

UNIVERSIDAD DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS



TESIS DOCTORAL

Oligoelementos en suelos

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

Dolores Esther Fernández Fernández

Madrid, 2015

Universidad de Madrid. Facultad de Ciencias

Sección de Químicas

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE



5326696190

T₁

S77.1

FER

OLIGOELEMENTOS EN SUELOS

Contenido y distribución
en relación con algunos
factores característicos.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE - MADRID
Facultad de Ciencias Químicas
BIBLIOTECA
Nº Registro34153.....

Memoria presentada para aspirar
al grado de Doctor en Ciencias,
Sección de Químicas,
por

Dolores Esther Fernández Fernández

Mayo de 1961

b16357474

i37428846

Este trabajo ha sido realizado en el Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal y en el Departamento de Química Analítica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Madrid, mediante una beca del "Patronato Alonso de Herrera".

Manifestamos nuestro agradecimiento a los Profesores D. José M^a Albareda Herrera y D. Fernando Bu rriel Martí. Al primero por sus valiosos consejos y al segundo, padrino de esta Tesis, por sus acertadas sugerencias.

Agradecemos al Dr. D. Rafael Gallego Andreu, Investigador Científico, su dirección constante en el proyecto y realización de este trabajo.

Igualmente manifestamos nuestro agradecimiento a todos los compañeros de laboratorio.

INDICE

1.- INTRODUCCION

1.1.- IMPORTANCIA BIOLOGICA DE MOLIBDENO,

COBRE, MANGANESO Y HIERRO. 5

1.2.- PLAN DEL TRABAJO 18

2.- REVISION BIBLIOGRAFICA 22

2.1.- MOLIBDENO. 22

2.2.- COBRE. 26

2.3.- MANGANESO 31

2.4.- HIERRO. 35

3.- DESCRIPCION DE LOS METODOS 38

3.1.- DISOLUCION ACIDA DE LA MUESTRA 38

3.2.- DETERMINACION DE MOLIBDENO. 40

3.3.- DETERMINACION DE COBRE.	44
3.4.- DETERMINACION DE MANGANESO.	42
3.5.- DETERMINACION DE HIERRO.	45
3.6.- OTRAS DETERMINACIONES	47
4.- <u>DESCRIPCION DE MUESTRAS Y PRESENTACION</u>	
<u>DE RESULTADOS</u>	49
4.1.- MUESTRAS DE LA ZONA D. BENITO (BADAJOZ).	50
4.2.- MUESTRAS DE LA ZONA NORTE.	104
5.- <u>INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS</u>	
5.1.- OLIGOELEMENTOS Y ARCILLA.	153
5.2.- OLIGOELEMENTOS Y ACIDEZ	168
5.3.- OLIGOELEMENTOS EN SUELOS Y ROCAS.	185
5.4.- OLIGOELEMENTOS EN SUELOS DE LAS DOS ZO-	
NAS ESTUDIADAS.	188
5.5.- OLIGOELEMENTOS Y TIPO DE SUELO.	190
5.6.- CORRELACIONES ENTRE OLIGOELEMENTOS.	199
6.- <u>CONCLUSIONES GENERALES</u>	210
7.- <u>BIBLIOGRAFIA.</u>	218

INTRODUCCION

1.1. IMPORTANCIA BIOLOGICA DE MOLIBDENO, COBRE, MANGANESO Y HIERRO.

Desde el siglo pasado se sabe que hay un grupo de elementos denominados: oligoelementos, elementos vestigiales, micronutrientes...etc, que son necesarios para que los seres vivos, puedan tener un desarrollo normal. Aunque el conocimiento de algunos data de épocas más remotas, la realización de experiencias definitivas, se ciñe a finales del pasado siglo y al actual.

Realmente la bibliografía que existe sobre los oligoelementos es muy amplia, por la repercusión que éstos han tenido en el campo de la Edafología, Fisiología, Bio-

logía...etc. Si los micronutrientes se encuentran en el suelo, en condiciones adecuadas, llegan a la planta y de ésta al animal. Se ha demostrado que las funciones de los oligoelementos en los procesos bioquímicos son esencialmente catalíticas.

Arnon y Stent (1) demostraron en California, que el molibdeno era un elemento esencial para el sano desarrollo de los vegetales. Las hojas de las plantas que crecían en soluciones de cultivo, privadas de vestigios de molibdeno, mostraban un moteado, seguido de la muerte de las células marginales, al mismo tiempo que las flores caían sin producir fruto. Estos síntomas desaparecían una vez que se había añadido a la solución de cultivo molibdeno en forma de ácido molibdíco. En 1941 Steinberg estudia que el molibdeno es esencial para el crecimiento de Lemna.

La necesidad de éste oligoelemento se ha demostrado también para el crecimiento de plantas inferiores así como para *Aspergillus niger*.

Piper en 1940 estudia los síntomas de deficiencias de molibdeno en avena, cultivada en soluciones nutritivas.

Hawit y Cready (2) encontraron que en plantas

superiores como coliflor, trébol, lino, guisantes, judías etc deficiencias de molibdeno en el suelo, daban lugar a una acumulación de nitratos en los tejidos de las plantas y a una reducción en el contenido protéico.

Argavala (3) demostró que la coliflor creciendo con fuentes de nitrógeno como sulfato amónico o urea, desarrollaba síntomas de deficiencia de molibdeno, que hace que la planta tenga reducidas concentraciones de ácido ascórbico lo que se conoce en el nombre de "Whiptail".

Las plantas deficientes de molibdeno pierden el color volviéndose pálidas, presentan clorosis, enrollamiento de hojas, manchas y necrosis.

La movilidad del molibdeno y de los otros micronutrientes en los suelos es función de varios factores entre ellos el pH. Según (4) la adición de caliza en los suelos ácidos moviliza el molibdeno y hace posible el ahorro de éste elemento en los fertilizantes añadidos.

Según Wallace T. (5) la planta tolera altos contenidos de molibdeno si bien al ser demasiado elevados se produce un aumento de pigmentación.

El molibdeno debe considerarse como imprescindible para el crecimiento vegetal. Barshad (6) ha publicado numerosos trabajos sobre el contenido de molibdeno en plan

tas, demostrando, que el molibdeno puede ser asimilado por plantas herbáceas de ciertos suelos en tal cantidad que resulte tóxico para el ganado. Así se ha observado también que al añadir a los abonos de los pastos sales adecuadas para tratamiento de trastornos carenciales, han producido intoxicaciones en los animales, ya que las plantas tienen un límite de tolerancia superior a los animales. El ganado presenta entonces graves diarreas, seguidas de un adelgazamiento rápido e incluso puede sobrevenirles la muerte. Los ingleses denominan a esta enfermedad "Teart".

El heno y la hierba helada no ocasionan ésta enfermedad como las hierbas frescas, (7) de lo cual parece desprenderse que solamente la fracción soluble de molibdeno es responsable de tales anomalías en el ganado.

Kretschmer y Beardsley en Florida (8) han observado que el contenido de molibdeno en el suelo es correlativo con el molibdeno en plantas. Indicando además que las deficiencias de molibdeno van generalmente asociadas a deficiencias de cobre.

Ferguson, Lewis y Watson (9) estudian la forma de tratar a los bóvidos y ovidos que padecían diarrea por absorción de molibdeno llegando a la conclusión de que la

dosificación conveniente de cantidades adecuadas de SO_4Cu evitaba la enfermedad. El mismo Lewis encontró que por la adición de fertilizantes nitrogenados ácidos conteniendo sulfato amónico, el pasto disminuía su contenido en molibdeno.

En la tendencia de la vegetación a concentrar el molibdeno, toman parte factores tales, como la estación del año, la edad de la planta ... etc.

El cobre es otro de los micronutrientes con carácter esencial para las plantas superiores y una serie de hongos.

Las afecciones relacionadas con una escasez de cobre en plantas, son la clorosis y una enfermedad llamada por los autores ingleses "reclamation disease".

Sommer en 1931 (11) encontró que la adición de pequeñas cantidades de cobre incrementaba el crecimiento de girasoles, lino y tomates. Lipman y Mackimney (11) estudiando el lino y cebada, cultivadas en soluciones nutritivas carentes por completo de cobre, dejan de producir semillas.

En Africa del Sur, Aderssen (11) y en América Osmerkowsdy y Thomas (12), han realizado estudios mediante

los cuales se sabe que la clorosis y la seca descendente de ramas de árboles frutales son el resultado de una deficiencia de cobre.

En 1937 Kubowitz (11) demostró que el cobre entra en la composición del enzima oxidante, conocido como catecol-oxidasa o polifrenoboxidasa. Trabajos posteriores demuestran que el enzima aparece como un compuesto cuproprotéico conteniendo más de 0.30% de cobre, en setas cultivadas como "*agaricus campestris*" (13). Así mismo A. Medina y D.J.D. Nicholas (104) estudian la influencia del hierro, cobre, manganeso molibdeno y cinc sobre el comportamiento de algunos sistemas enzimáticos en la reducción del nitrito a amoníaco en *neurospora*. Encontrando que hierro y cobre son necesarios para la reducción enzimática de nitrito e hiponitrito, mientras que manganeso interviene en la reducción de la hidroxilamina.

Deficiencias de cobre se acusan por la menor producción de clorofila, que acarrea una necrosis de las hojas y la interrupción del crecimiento. Se ha demostrado que en la síntesis de ciertos pigmentos tetrapirrólicos del tipo de los henos y clorofilas interviene el cobre lo que justifica la aparición de las típicas formas de clorosis que produce (14).

Generalmente las hojas acusan un mayor contenido en cobre que las raíces, de donde se desprende la hipótesis de que, es necesario en procesos fotosintéticos (13).

Tratando con fertilizantes que contengan cobre pueden evitarse las enfermedades por carencia de éste elemento, aunque Mulder (15) observó que, en ciertas condiciones, la aplicación de sulfato de cobre puede provocar síntomas de deficiencias de manganeso en plantas verdes.

En 1938 Mann y Keilm (11) descubrieron un compuesto cuproprotéico en el hígado del buey que denominaron hepatocupreína.

Hart, Steenbock, Waddell y Elvehjen (16) demostraron que el cobre es necesario para la utilización del hierro en la formación de la hemoglobina, aunque el cobre mismo no forme parte de la molécula. De aquí que deficiencias de cobre, en los mamíferos, pueden ser la causa de anemias y la cura de éstas se logre dosificando SO_4Cu .

En 1935 Sjollema (17) observó una enfermedad en el ganado, "enfermedad de lamer", provocada por una deficiencia de cobre en los campos y como consecuencia en el forraje. El mismo autor en 1938 descubre una enfermedad que afecta a los bóvidos y cabras; diarrea, agotamiento; y en el ganado negro, una pérdida de color de piel debida a una

deficiencia de cobre. Estos síntomas solo se presentan en suelos arenosos secos y finos.

Becker, Neal y Schealy en 1931 (18), observaron que una insuficiencia de cobre y hierro en la dieta de los bóvidos, provoca una enfermedad conocida con el nombre de "Salt sick".

Trabajos posteriores parecen indicar que cuando el contenido de hierro es alto y el de cobre bajo o viceversa o que la relación entre cobre o hierro y algún otro elemento es anormal puede presentarse esta enfermedad (11).

Según Wallace (5) un exceso de cobre induce una deficiencia de hierro. Sin embargo, un antagonismo entre cobre y molibdeno solo ha sido observado en animales y en el Azoto-bacter Coccocum, pero no en el trébol blanco.

El envenenamiento crónico por cobre en el ganado, puede ser debido a una disminución del nivel de molibdeno en suelos ácidos. En general las plantas que contienen más de 15 p.p.m. de cobre y la relación Cu/Mo es de 150/1 ocasionan una anormal acumulación de cobre en el hígado (19). Las funciones del manganeso, en general, son semejantes a las del cobre. Su influencia en el crecimiento de las plantas ya fué estudiada por Bertrand (20) y (21).

Posteriormente Lundegård (11) ha comprobado que el manganeso toma parte en la respiración de las plantas, favoreciendo la función clorofílica; y su ausencia provoca clorosis y necrosis foliar.

Los síntomas de deficiencias de manganeso en plantas, son: el desarrollo de zonas o manchas cloróticas localizadas en las hojas y que según Wallace (5) son con frecuencia diferenciables de las clorosis férricas. El exceso de manganeso puede provocar así mismo clorosis e incluso inducir la necrosis. Si bien, parecen estar claros los efectos antagónicos entre cobre y manganeso, experimentalmente se ha demostrado que no hay antagonismo entre manganeso y molibdeno.

Las condiciones que regulan la absorción del manganeso por la planta son complicadas según Gerretsen (22), ya que pueden ser de origen químico, microbiológico...etc.

Si las plantas presentan deficiencias de manganeso, es generalmente, debido a que éste elemento no está en forma asimilable en el suelo y no a la carencia del mismo; opinión que fué apoyada por Ovinge (11) en Holanda y Lewis (23) en Inglaterra. La adición, al suelo, de abonos conteniendo sales solubles de manganeso o agentes acidificantes

que provoquen una transformación del manganeso existente a formas más solubles, podrían evitar tales deficiencias.

A pesar de que la función del manganeso en el cuerpo humano es desconocida, se le ha considerado como un elemento necesario. Experimentos con ratas parecen sugerir, que es un micronutriente catalizador esencial en la utilización de la vitamina B₁ (14),

Wilgus, Norris y Houser (24) en 1936, han observado que deficiencias de manganeso provocan una enfermedad en los polluelos conocida con el nombre de "perosis", caracterizada por una deformación de los huesos de las patas y algo de las alas, en general más cortos de lo normal.

Caskey y Norris (25) hallaron que excesos de calcio y fósforo en la dieta reducían gradualmente la absorción de manganeso.

Gallup y Norris (16) sugieren que una pequeña cantidad de manganeso puede ser importante como constituyente de los huesos en general.

El hierro es un elemento que en la sangre se encuentra en una proporción elevada; pero en la mayoría de los alimentos su contenido es muy pequeño y tiene las mismas características que otros elementos químicos, como para in-

clairle en el grupo de los micronutrientes.

Gris en 1843 (26) observó, que el hierro es un elemento necesario en el crecimiento de las plantas desde esta fecha los trabajos sobre el comportamiento biológico del hierro son muy numerosos (37).

En España C. Rodríguez y sus colaboradores (28) han estudiado la clorosis producida por el hierro en zonas semiáridas, así como la influencia de la luz y la naturalidad del suelo en cultivos de estas zonas.

Carpena y colaboradores (29) y (30) investigan la clorosis férrica en limoneros de la provincia de Murcia. Alteraciones de los valores de calcio y potasio ocasionan deficiencias de hierro. La aplicación en cantidades adecuadas de SO_4Fe , al suelo, mejora dichas deficiencias.

La carencia de hierro en las plantas está caracterizada por la típica pérdida de clorofila en los espacios intervenales de las hojas jóvenes y en los casos más acentuados, la clorosis se extiende a todas las hojas de la planta con pérdida de color casi total.

La inmovilidad del hierro en los tejidos vegetales puede obedecer a causas distintas: poco potasio, exceso de manganeso, gran intensidad lumínica...etc (14).

Deficiencias de hierro pueden ser inducidas por excesos de cobre, cinc y cobalto.

En la nutrición animal el hierro aún en pequeña cantidad es necesario, pero lo más importante es que la cantidad ingerida sea utilizable. Solamente el hierro ferroso, señala Zompset, es absorbido por el aparato digestivo.

Según Santos Ruiz el hierro deficitario da lugar a anemias hipocrómicas (31).

Si hay escasez de hierro, esta deficiencia es responsable de anemias conocidas en animales domésticos, (11). Sin embargo no es corriente el que la padezcan animales explotados en régimen de pastoreo.

Cantidades excesivas de hierro pueden producir deficiencias de fósforo o manganeso (5).

González, Hernández y Fernández (32) estudiaron la causa de la progresiva pérdida de la lana en el ganado de la zona de Maella (Zaragoza) y su supuesta relación con la composición de los pastos que crecían sobre suelos de carácter esquelético y semidesértico, con un contenido normal de cobre, molibdeno y manganeso, pero una proporción extraordinariamente elevada de hierro.

Análisis histológicos de piel de ovejas de Maella

dan valores altos de hierro en glándulas sudoríparas así como en las cutículas de la vaina y fibra y en las escamas epiteliales, que por arrastre en el crecimiento de la fibra salen hacia el exterior. De los que parece desprenderse la hipótesis de que un contenido elevado de hierro en la dieta interfiere el metabolismo general y formación de la fibra de lana de forma directa o indirecta.

En los párrafos anteriores hemos pretendido poner de manifiesto, a grandes rasgos, la importancia biológica de los elementos molibdeno, cobre, manganeso y hierro, objeto de éste estudio. Con ésta introducción consideramos que queda plenamente justificada la investigación de los mencionados micronutrientes en los suelos de nuestro país, ya que, su presencia en proporciones inadecuadas o su presentación en forma no asimilable, pueden ocasionar un desarrollo anormal en la vegetación y por consiguiente originar en los animales, e indirectamente en el hombre enfermedades por carencia o por intoxicación.

Trabajos anteriores realizados en éste Instituto de Edafología y Departamento de Análisis sobre muestras de suelos representativas de amplias zonas, nos han informado sobre el contenido de éstos elementos, así como de ciertas

relaciones entre la proporción de cada uno de ellos y otras propiedades generales de los respectivos suelos. A la vista de éstos resultados nos hemos planteado el estudio de algunos tipos definidos de suelos y su posible relación con los niveles de cada uno de éstos oligoelementos.

1.2. PLAN DEL TRABAJO

Este estudio se realiza sobre series de muestras procedentes de dos zonas bien diferenciadas, por una parte las proximidades de la localidad de D. Benito situadas en las Vegas altas del Guadiana, de formación geológica predominantemente Cámbrica representada por pizarras algunas cuarcitas, y granitos. El material de partida de los suelos estudiados lo constituye generalmente unos sedimentos cuaternarios depositados sobre otras formaciones sedimentarias terciarias. El clima de la región es de tipo continental con una precipitación medio anual entre 450 y 500 mm. con máximos de precipitación en primavera y otoño y con veranos largos y secos.

La segunda zona considerada se halla situada al norte y comprende muestras de las provincias de Asturias, Santander, Guipúzcoa y Vizcaya, con suelos desarrollados sobre areniscas o calizas generalmente del cretácico, en

clima más húmedo que el de la zona anterior.

Este trabajo se inicia con la consulta bibliográfica de aquellas aportaciones relacionadas con los oligoelementos molibdeno, cobre, manganeso y hierro en su comportamiento físico-químico en los suelos y especialmente de aquellas que tratan de la relación entre el contenido en oligoelementos y algunas características del suelo. En el apartado 2 se dan los resúmenes de los trabajos que hemos considerado más importantes en este sentido.

La parte experimental de este estudio es esencialmente analítica y ha consistido primeramente en seleccionar y ensayar algunos métodos de análisis para la determinación de las características generales de los suelos y de su contenido en oligoelementos. En el apartado 3 se describen los métodos adoptados y en el apartado 4 se da la descripción completa de las muestras estudiadas y de los resultados obtenidos. En las muestras de suelos se han determinado: pérdida por desecación, arena gruesa, arena fina, limo y arcilla, así como materia orgánica, capacidad de cambio, carbonato cálcico y pH. En las muestras de rocas se ha hecho el análisis químico que comprende la determinación de la pérdida por calcinación, SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO y MgO y TiO_2 . En todas las muestras se ha determinado su contenido en los oligoelementos citados.

En el apartado 4 además de los datos descriptivos y de los resultados analíticos, en cada perfil se hace una breve discusión de las relaciones observadas entre el contenido de cada uno de los oligoelementos y las características del perfil especialmente el pH, materia orgánica y materia arcillosa. En total se estudian 42 perfiles.

La parte interpretativa general de los resultados que se detalla en el apartado 5, tiene por objeto el estudio de aquellas tendencias que manifiestan los niveles de cada uno de los oligoelementos en relación con las características y composición de los suelos. Se toma como base las observaciones anotadas en cada uno de los perfiles y se clasifican las muestras en grupos que tengan alguna característica dominante, como cantidad de arcilla o ácidos y mediante el cálculo de valores medios en cada grupo se puede comprobar si la tendencia observada en particular en algunos perfiles se cumple también de forma más general.

Se han discutido las relaciones entre oligoelementos y cantidad de arcilla del suelo (5-1) encontrando que en las dos zonas estudiadas, a mayor proporción de arcilla corresponde una mayor cantidad de todos los oligoelementos. Se ha estudiado la influencia de la ácidos sobre el contenido de oligoelementos (5-2). En las muestras de

la zona norte, se ha discutido, la variación en el contenido de oligoelementos entre suelo formado y roca madre. Así mismo se ha hecho el estudio comparativo de los niveles de oligoelementos entre las dos zonas estudiadas, encontrando que el hierro da valores medios semejantes, mientras que el cobre, manganeso y molibdeno se hallan en mayor proporción en los suelos del norte.

Se ha hecho una discusión del comportamiento de estos elementos (5-5) en algunas tipos de suelos estudiados, que comprende ranker, tierra parda, podsol y terra fusca.

Finalmente se han trazado unos gráficos (5-6) para estudiar las correlaciones entre los distintos elementos entre sí, habiéndose encontrado una tendencia del manganeso, cobre y molibdeno a presentarse en correlación directa con el contenido en hierro. En cambio, al comparar los contenidos de cobre y molibdeno frente al de manganeso no se observa correlación apreciable.

En el apartado 6 se han resumido las conclusiones generales deducidas de todo este trabajo.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

En las páginas siguientes hemos recogido las más importantes publicaciones sobre cada uno de los elementos propuestos en relación con su contenido en suelos de diferentes zonas y tipos, así como también algunas aportaciones sobre las relaciones entre las características generales de los suelos y su riqueza en aquellos elementos o sobre las formas de presentación y distribución de los mismos.

2.1. MOLIBDENO

Barshad (6) basándose en estudios comparativos

de la solubilidad de minerales de molibdeno y de los materiales molibdicos del suelo, en distintos disolventes, sugiere que este elemento está en el suelo no como mineral independiente, sino como molibdatos solubles, como componente de la materia orgánica o como anión de intercambio ($\text{MoO}_4^{=}$).

Por lo que respecta a su abundancia terrestre existen grandes divergencias entre los distintos investigadores.

En la corteza terrestre el molibdeno se presenta con mucha tendencia calcofila, más del 90% está presente como sulfuro (33).

Mitchel (34) en un estudio en rocas encuentra un promedio de 1 p.p.m. de molibdeno.

Ferguson (35) en basaltos de olivino de Hawaii ha encontrado una alta concentración de molibdeno del orden del 0.01% de MoO_3 .

Sandell y Golch (36) dan el contenido de molibdeno para rocas silíceas, encontrando 1 p.p.m. para la mayoría de ellas.

Wells (37) en suelos de Nueva Zelanda encontró un promedio de molibdeno 2.3 p.p.m.

Ter Moulén y Ravenswaay (38) para suelos ricos de Holanda dieron valores de molibdeno de 0'134, 0'304, 0'17 y 0'15 y para los suelos pobres 0'028, 0'013, 0'073, 0'08 p.p.m.

Stanfield (39) estudiando suelos europeos encontró que el contenido de molibdeno oscilaba entre 43 y 69 p.p.m. con un valor medio de 27'8.

Evans y Purvis (40) encontraron en suelos de New Jersey una variación de 0'8 a 3'3 p.p.m. de molibdeno con un promedio de 1'99.

Vinegradov y Vinogradova (41) manifiestan que el molibdeno está distribuido uniformemente en suelos rusos, con un valor medio de 2'6 p.p.m.

Robinson y Alexander (42) estudian 500 muestras de suelos de los EE.UU, sur de Africa, Alaska, Hawaii, Puerto Rico y Australia, dando un promedio de 2'3 p.p.m. y uno solo llegó a 31 p.p.m.

Fujimoto y Sherman (43) recientemente han encontrado para suelos de Hawaii valores comprendidos entre 7'9 y 73 p.p.m.

Giovannini E, encontró que en suelos de Italia el contenido de molibdeno, varía desde 0'1 p.p.m. en suelos arenosos hasta 7'2 en terra rosa (44).

Halley y Iselsted (45) estudiaron el contenido de molibdeno en suelos de Illinois, encontrando valores comprendidos entre 1'9 y 3'2 p.p.m.

Pallotta y Vodret (46) en muestras de suelo de Sardinia, encontraron que el contenido de molibdeno total, variaba entre 0'05 y 12'25 p.p.m.

Fieldes y Wills (47) han observado que el molibdeno es fijado por inclusión en estructuras de óxidos e hidróxidos cristalinos, particularmente de hierro.

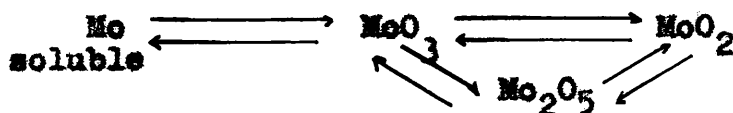
Gallego y Jolin (48) (49) (50) (51) en muestras de suelos de la Península Ibérica, han observado que el contenido en molibdeno soluble en ácidos fuertes, se encontraba entre 0'6 y 6 p.p.m. El molibdeno tiende a acumularse en muestras arcillosas, en las ricas en óxidos de hierro o manganeso, en los horizontes de mayor actividad biológica ricos en materia orgánica. En rocas, los valores oscilan de 0'25 a 1'80 p.p.m.

Jones (52) estudia las interacciones entre hierro y molibdeno, observando que al ser agitada durante 15 horas una solución que contiene 100mgr. de molibdeno y 100 mgr. de óxido de hierro amorfo, todo el molibdeno es adsorbido a pH 4-6 y las cantidades de molibdeno separadas después a pH 7-8 y 9 son respectivamente 98,83 y 22 mgr. La adsorción

de molibdeno por el óxido de hierro decrece al aumentar el pH.

Betalín, Bogdanova y Papova (53) en muestras de suelo de la región de Soroghin (Chakalov), estudiaron el contenido de molibdeno de capas arables y subyacentes encontrando que oscilaban entre los valores 0'00011% y 0'036%.

Amin y Johan (54) en un trabajo realizado en 1959 proponen un ciclo del molibdeno en el suelo.



Recientemente Peive (55) estudió en varios suelos de la URSS el contenido de molibdeno soluble en oxálico, encontrando, valores que oscilaban desde 0'04 a 0'97 p.p.m. en suelos "dermo-podsólicos". Menores cantidades se encuentran en suelos de la zona oeste de la URSS. El contenido de molibdeno movilizable, de los suelos Chernozem, es del orden de 0'02 a 0'33 p.p.m.

2.2. COBRE

Los valores suministrados por la bibliografía sobre la cantidad de cobre existente en el suelo son muy abundantes, y situados entre límites no muy amplios.

Schlichting (56) estudió en Kiel (Alemania) el contenido medio en cobre, de 3 perfiles podsólicos; encontrando para el horizonte valores desde 8'9 a 33'1 p.p.m., comprobando que este elemento tiende a concentrarse en la fracción húmica.

Wehrmann (57) realizó un estudio en muestras de suelos alemanes (Schleswig-Holstein) obteniendo los valores 48 a 28, 43 a 19, 16 a 11, 1 16 a 4 p.p.m. En los podsoles el horizonte $A_0 + A_1$ presenta enriquecimiento.

Paek, Toth y Bear (58) observaron que el contenido de cobre en suelos de New Jersey, variaba desde 1'7 p.p.m. para arenas hasta 60'6 p.p.m. en arcillas, en muestras superficiales. En el horizonte B, sin embargo, el contenido de cobre varía desde 1'1 p.p.m. en arenas hasta 32'2 p.p.m. en limos; generalmente el promedio de cobre es más elevado en el horizonte A que en el horizonte B.

Renther y Smith (59) estudiaron el contenido de cobre en suelos vírgenes y maduros de Florida encontrando valores de 1-3'3 p.p.m. y 31-68 p.p.m. respectivamente.

Johnson y Graham (60) han determinado que el contenido de cobre en suelos del Misuri estaba comprendido entre 15 y 8 p.p.m. Los valores medios para muestras de suelos

bajos, medios y altos fueron 21'33 y 54 p.p.m. respectivamente. Entre los factores que influyen en los niveles de cobre encontrados citaban: materia orgánica, pH, textura de suelo... etc.

Samb, Dishington y Ender (61) en muestras de suelos de Jaeren encuentran que el contenido de cobre estaba comprendido entre 2'1 y 93 p.p.m. y que la capa arable bajo extenso cultivo presentaba un nivel de cobre considerablemente más elevado.

Drouinean y Mazoyer (62) acusan como suelos tóxicos aquellos que a un pH 6 aproximadamente, su contenido en cobre alcanza niveles de 100 p.p.m.

Gärtel (63) en muestras de suelos del Valle del Mosel, observó en general contenidos de cobre menores de 50 p.p.m. En muestras arcillosas la concentración de cobre era cerca de 50 p.p.m. y en regiones aisladas concentraciones tóxicas comprendidas entre 200 y 400 p.p.m.

Gijón (64) encuentra valores de cobre para muestras de suelos diferentes desde 21'5 a 3'6 p.p.m. y sugiere una posible relación entre el contenido de arcilla en suelos y el nivel de cobre.

Morozov y Banjesou (65) estudiaron el contenido de

cobre en suelos de estepa, marrón-rojizos y podsoles, encontrando que los niveles de este oligoelemento se elevan al pasar de un tipo de suelo a otro, presentando los valores más altos generalmente los suelos podsólicos.

Coppenet (66) declara como deficitarios de este micronutriente suelos graníticos de Inglaterra con un contenido de cobre de 2 a 7 p.p.m.

Wahhab y Bhatti (67) en el trabajo citado dan un contenido medio de cobre total de 45 p.p.m. en suelos del Pakistan.

Según Lucas (68) en suelos orgánicos, el cobre queda fuertemente retenido y no emigra por lavado. Esta adsorción viene regulada por la acidez, aumentando la solubilidad de Cu^{++} cuando la acidez aumenta. En una suspensión de suelo en agua con un pH 4'7, el cobre precipita probablemente como hidróxido. Este autor realiza estudios de equilibrio de adsorción de los iones $\text{Cu}^{++} \rightleftharpoons \text{H}^+$ en suelos ricos en materia orgánica; encontrando, que si la concentración inicial de ambos iones es la misma, la relación de iones adsorbidos es aproximadamente de dos equivalentes de H^+ por un equivalente de Cu^{++} . En abonos ácidos el cobre es ad

sorbido como catión Cu^{++} o como catión complejo monovalente del tipo $[\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})]^+$.

Según Boischot y Quillon (69), el carbonato cálcico del suelo ejerce una acción reguladora sobre la concentración de Cu^{++} disminuye, el cobre fijado sobre la caliza vuelve a la solución por la acción de las sales minerales y de los humatos. Estos autores encuentran en la solución del suelo una cantidad del orden de 0'1 a 0'4 mgr. por litro. Esta concentración no aumenta aún en aquellos casos en los que se ha añadido sulfato de cobre como anticriptogámico.

Hasler (70) observa, que la adsorción de cobre es alta y las cantidades cambiables pequeñas si se compara con las de otros cationes mono y divalentes. La movilidad del cobre es pequeña, pero está influenciada por los cationes añadidos al suelo como fertilizantes y por la concentración de H^+ . El cobre en condiciones favorables reemplaza fácilmente al manganeso.

Kanwar (71) en un trabajo sobre la influencia de la materia orgánica en la fijación del cobre en el suelo, pone de manifiesto que la facilidad para la fijación está asociada a la de formar complejos organo-metálicos.

Posteriormente Schilichting (72) encuentra que el cobre de horizontes ricos en materia húmica es mas aprovechable.

Wei (73) ha observado en suelos tratados con cobre que primeramente es adsorbido por la materia orgánica hasta la saturación de su capacidad de cambio y después es adsorbido por los minerales de arcilla.

Müller (74) realiza un trabajo con suelos rojos indicando que la fijación del Cu^{++} por la arcilla coloidal de dichos suelos aumenta al aumentar el pH.

Antipow Karataev (75) estudia los factores que influyen en la movilidad del cobre en suelos.

Peive (55) en el trabajo citado anteriormente estudia el contenido de cobre soluble en $\text{ClH } 0.1\text{N}$ en varios suelos de la URSS, demostrando que en suelos pod-sólicos, dernopodsólicos, derno-gley y turbosos de la zona no Chernozem de la parte europea y asiática, contienen menos cobre asimilable (0.5 - 5 p.p.m.) que suelos de otras zonas. Los Chernozem del área sur y central contienen de 4.5 - 10 p.p.m. Los suelos marrones son ricos en cobre.

2.3. MANGANESO

El contenido total de manganeso en la mayor par-

te de los suelos (76) queda en el intervalo de 200 a 3000 p.p.m. pudiendo considerarse un valor medio de 600 p.p.m.

Mitchell (77) en Escocia, ha realizado determinaciones espectrográficas encontrando que los valores de manganeso total oscilaban entre 200 y 2000 p.p.m.

En Inglaterra con un valor máximo de 5'100 p.p.m. las cifras encontradas dan valores medios de 400, 435, 573, 496 y 246 p.p.m. (76).

En Alemania con un valor máximo y mínimo de 13'500 y 15 p.p.m. respectivamente los valores medios de los análisis realizados eran en 1980, 280, 6800, 2500 y 2'190 p.p.m. (76).

En Francia las cifras encontradas caen dentro del intervalo 80-750 p.p.m. siendo los valores medios de 1300, 1000, 400, 175, 185, 300, 805, 672 y 223 p.p.m. (76).

En suelos holandeses los valores medios encontrados son de 100 a 160 p.p.m. (76).

Para suelos de la India los números hallados caen dentro del intervalo 52'000 p.p.m. y cantidades no medibles, habiendo promedios de 39, 1537 y 700 p.p.m. (76).

Huguet del Villar (78) en España da valores de 1000 a 1600 p.p.m.

Albareda, Burriel y Muñoz Taboadela (79) en muestras de las tierras negras andaluzas, encuentran valores que varían entre 318 y 1300 p.p.m. con un valor medio de 735 p.p.m.

Ugarte Laiseca (80) y Morales Chofré (81) dan cifras medias de 450, 550 y 190 p.p.m.

Heslep (82) para el contenido de manganeso total encuentra valores de 1875 y 2345 p.p.m.

Györi (64) estudia espectrográficamente el contenido de manganeso en diversos tipos de suelo, encontrando valores de 190, 175, 600, 220, 175, 56 y 54 p.p.m. correspondiendo la mayor proporción a los suelos podsolizados.

Giles (83) en suelos australianos, pardo grisáceos de textura gruesa, tierras rojas y rojopardas encuentra un valor medio de manganeso de 1100 p.p.m.

Wahhab y Bhatti (57) en análisis de suelos de ciertas localidades del Pakistan, encuentran un contenido total medio de manganeso de 547 p.p.m.

Gallego y Bueno (84), (85) (86) en muestras de suelos del centro y norte de España, han encontrado que en el 35% de las mismas, el contenido de manganeso total era inferior a 400 p.p.m. y que todos los resultados es-

taban comprendidos entre 13 y 12'650 p.p.m. Generalmente con la profundidad se observa un empobrecimiento de éste oligoelemento. Las muestras arcillosas presentan un contenido de manganeso más elevado que las arenosas. En suelos ácidos el valor medio obtenido es generalmente inferior a 50 p.p.m. Los suelos con reacción alcalina muestran un contenido más elevado que los ácidos.

La proporción de manganeso en forma asimilable depende del pH y del potencial de oxidación reducción del suelo. Estos factores rigen el sentido del equilibrio dinámico de las formas en que puede presentarse este micronutriente.

Holf y Mederski (87) estudian 9 métodos de extracción de manganeso sobre 25 suelos. Observando el paralelismo que existe entre el manganeso total del suelo y el absorbido por la planta.

Jones (88) hace un estudio relacionado con el contenido de manganeso en suelos y plantas y llega a la conclusión de que los valores obtenidos crecen generalmente de forma paralela.

En cuanto a la materia orgánica se ha visto (23) que es un factor que actúa como reductor de algunos óxidos de manganeso al pasar a un medio ácido.

Según Rocasolano (89) la adición al suelo de pequeñas cantidades de manganeso o hierro favorece la fijación del nitrógeno atmosférico en el suelo por algunos microorganismos.

En suelos de la URSS, Peive (55) observó que generalmente los suelos derno-podsólicos contienen una mayor cantidad de manganeso móvil (50-150 p.p.m.). El contenido de manganeso, en un chernozem, oscila en función de las condiciones del suelo (10-75 p.p.m.). La misma forma de variabilidad del contenido de manganeso se observa en suelos sierozem chetnut y marrones con un contenido desde 1'25 hasta 125 p.p.m. Un exceso de materia orgánica puede inducir según Wallace (90) deficiencias de manganeso y cobre.

2.4. HIERRO

Aunque el hierro en el suelo se encuentra en cantidades bastante elevadas, lo incluimos en este estudio sobre oligoelementos porque desde un punto de vista biológico se comporta como tal y además por su mayor abundancia adquiere un marcado interés en las posibles relaciones con los otros oligoelementos.

Trabajos específicamente dedicados al hierro en suelos son muy escasos (27).

Según Wallace (90) la movilidad del hierro en suelos está determinada por las condiciones de oxidación-reducción.

Coppenet y Helias (91) han realizado determinaciones de hierro total y óxidos de hierro en suelos podsólicos, encontrando que en general el hierro se acumula en los horizontes B-B₂. La relación de óxidos de hierro a hierro total aumenta con la profundidad y el contenido de óxidos de hierro es con frecuencia mayor del 50% del hierro total.

Baba y Yamamoto (92) observaron que el contenido de hierro en suelos corría parejo con el de materia orgánica.

Batalin Bogdanova y Papova (53) en el trabajo citado anteriormente encuentran valores para hierro en suelos en las capas superficiales comprendidas entre 0'013 y 0'061%.

En España Gallego y Laborda (93) estudiaron la distribución del hierro en suelos y su relación con otros factores como materia orgánica, pH y arcilla, encontrando que el hierro ofrece una marcada tendencia a migrar o estacionarse con la arcilla aunque en algunos casos se presen-

tan irregularidades por la influencia de otros factores mas dominantes. La materia orgánica manifiesta una acción negativa sobre el contenido en hierro, mientras que desde un punto de vista estadístico no se ofrecían diferencias significativas en cuanto a la posible relación entre acidez y contenido de hierro.

Betremieux (94) hace un extenso trabajo sobre el comportamiento químico de hierro en suelos.

Bloomfield (95) sugiere que la reducción del Fe^{+++} a Fe^{++} va precedida de la formación de un complejo organo-férrico fácilmente reducible y que el proceso de podsolización es aparentemente semejante al de gleización.

Bazn y Chandhury (96) estudian el contenido de hierro total en muestras de distintos suelos de la India encontrando un tramo de variabilidad de 0'33 a 12'31% y para el hierro en forma variable encuentran resultados que oscilan entre 0 y 28'65%.

3. DESCRIPCION DE LOS METODOS

3.1. DISOLUCION ACIDA DE LA MUESTRA

Diagregamos el suelo con una mezcla sulfonítrica y a continuación determinamos el contenido de cada oligoelemento por el método que describimos.

Desde el punto de vista práctico los elementos solubilizados representan la totalidad existente en el suelo.

Sen varios los métodos propuestos para la mineralización de la muestra. De todos ellos creímos conveniente adoptar la destrucción ácida, que siendo suficientemente exacta es de aplicación sencilla en el laboratorio, ya que es el extractante que empleamos para otras determinaciones

y presenta además las ventajas de utilizar material corriente, destruye la materia orgánica, insolubiliza la sílice y es más rápido que otros métodos de ataque.

El método seguido lo describimos a continuación

(a) Reactivos puros:

ácido nítrico (d.e = 1'38)

ácido sulfúrico (d=1'84)

ácido perclórico (40%)

(b) Disolución

Se pesan 12'5 gr. de la muestra seca al aire y pulverizada pasándola a un matraz de fondo redondo Pyrex. Se añade una solución de 7'5 c.c. de agua, 7'5 c.c. de ácido sulfúrico y 20 c.c. de agua, 30 c.c. de ácido sulfúrico y 20 c.c. de ácido nítrico concentrados. Se calienta lentamente al principio y luego a ebullición hasta que la materia orgánica este destruida casi por completo. Se añaden nuevas proporciones de ácido nítrico, tantas veces como sea necesario hasta destrucción total de la materia orgánica. Se deja enfriar y se añaden 60 c.c. de agua. Se filtra por papel y se lava bien el balon, filtro y precipitado, recogiendo todos los líquidos sobre un matraz aforado de 125 c.c. Después de frío se enrasa. Solución (A)

3.2. DETERMINACION DE MOLIBDENO

Hemos empleado el método descrito en (97) que se viene utilizando en estos laboratorios para la determinación de este micronutriente en suelos.

(a) Reactivos.

Solución de tiocianato potásico, al 10 por ciento

Acido clorhídrico, 1:3

Solución de cloruro estannoso al 10 por ciento en ácido clorhídrico 3N.

Solución de sulfato ferroso amónico, al uno por ciento en agua con unas gotas de ácido sulfúrico.

Disolvente orgánicos: 5c.c. de tetracloruro de carbono y 5c.c. de acetato de amilo.

(b) Desarrollo y medida del color

En un embudo de decantación se ponen 100 c.c. de la solución (A). Se añaden 5 c.c. de ácido clorhídrico, 1 c.c. de sulfato ferroso amónico (esto es innecesario en el caso de muestras que contienen cantidades elevadas de hierro), 3 c.c. solución de tiocianato potásico. Se agita vigorosamente. Se añden 3 c.c. de solución de cloruro estannoso y se vuelve a agitar. En caso de persistir la coloración

roja debido al hierro con el sulfocianuro, se añade más cloruro estannoso hasta decoloración total. A continuación se añaden 5 c.c. de tetracloruro de carbono y 5 c.c. de acetato de amilo, agitando vigorosamente durante un minuto; se dejan separar las dos capas y se recoge la inferior, formada por el disolvente orgánico y el complejo de molibdeno, haciendo pasar la solución orgánica por un papel de filtro para que elimine las gotas de agua que pudieran haber quedado en suspensión y recogiendo directamente el filtrado en la cubeta de medida.

Se mide la densidad óptica en un aparato adecuado. Nosotros hemos utilizado un colorímetro E.E.L., filtro azul-verde 602 de Ilfort, tomando como referencia el agua. Dentro de los veinte minutos siguientes a la filtración. Se mide en cubetas de un centímetro de espesor.

(c) Línea de calibrado

Preparamos una solución patrón que contiene 100 gr. de molibdeno por c.c. a partir de molibdato amónico.

Por dilución de ésta preparamos una solución que contiene 10 gammas de molibdeno por c.c. Tomamos de ella sucesivamente 0, 1, 2, 3, 4, c.c. se transfieren a cinco embudos de decantación respectivamente, en los que se han colocado

25 c.c. de ácido sulfúrico al cinco por ciento. Se hace el desarrollo del color siguiendo el método descrito, y a continuación la medida de la densidad óptica en el colorímetro. Con las medidas obtenidas construimos la gráfica patrón que resulta una recta.

(e) Observaciones.

En cada serie de análisis se lleva una solución en blanco para aplicar la corrección correspondiente a todas las lecturas.

3.4. DETERMINACION DE MANGANESO

Para nuestro trabajo hemos adoptado el método (84) que describimos a continuación.

(a) Reactivos.

Acido fosfórico concentrado ($d=1.70$)

Solución de nitrato de plata al 2 por ciento

Persulfato amónico cristalizado

(b) Desarrollo y medida del color

En un matraz aforado de 50 ml. se ponen 10 ml. de la solución (A). Se añade 1 ml. de ácido fosfórico (para evitar interferencias de hierro) y 1 ml. de nitrato de plata.

Se agita ligeramente. Se añade 1 gr. de persulfato amónico, se agita hasta disolverlo totalmente, se diluye con agua destilada hasta un volumen de 49 ml. aproximadamente; se introducen los matraces en la estufa regulada a 80-90°, se calientan durante 40-60 minutos. Después de este periodo, la formación de permanganato es cuantitativa; se deja enfriar y se completa el volumen a 50 ml. Se mide en el colorímetro empleando cubeta de 1 cm. de espesor y filtro verde (604) tomando como referencia el agua.

(c) Línea de calibrado.

En un crisol de porcelana se colocan unos cristales de sulfato manganoso puro y se calcina suavemente entre 200° y 900° (105) para obtener la sal anhidra, en forma de polvo blanco rosado. Se disuelven 0.2750 gr. de esta sal anhidra en agua destilada que contenga 1 c.c. de SO_4H_2 concentrado y se diluye a 500 c.c. con lo que se obtiene una solución que contiene 200 gammas por ml. Por dilución de ésta se obtiene otra que contiene 50 mg. por c.c. Se toman 01, 5, 10, 15, 20 y 25 c.c. de la solución patrón y se llevan a siete matraces aforados de 50 ml. respectivamente. Se desarrolla el color por el método descrito y llevando las lecturas obtenidas sobre papel milimetrado, se construye la gráfica pa-

trón, que resulta una línea recta.

3.3. DETERMINACION DE COBRE

Hemos empleado este método descrito por Cheng y Bray (99) en el que se eliminan las interferencias con la mezcla de citrato sódico y AEDT.

(a) Reactivos

Dietilditioicarbamato sódico al 1%

Citrato AEDT (20 gr. de citrato amónico y 5 gr. de la sal disódica del ácido etilendiaminotetraoético se disuelven 100 ml. de agua).

Hidróxido amónico

Tetracloruro de carbono

(b) Desarrollo y medida del color

En un embudo de decantación 125 ml. se ponen 10 ml. de la solución (A), se añaden 10 ml. de la solución citrato-AEDT, e hidróxido amónico hasta un pH de 7 a 10 (medido con papel indicador). Se añaden 1 ml. de carbamato y 5 ml. de tetracloruro de carbono, agitar durante dos minutos y el extracto filtrado se recoge directamente en un matraz aforado de 25 ml. seguir añadiendo tetracloruro de car-

y agitando hasta lograr una extracción total.

La densidad óptica la medimos en el colorímetro E.E.L. filtro 601 de Ilfort, tomando como referencia el agua.

(c) Línea de calibrado

Preparamos una solución que contenga 100 microgramos de cobre por c.c. La sal empleada ha sido sulfato de cobre pentahidratado ($\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

A partir de esta disolución se prepara otra que contenga 10 mg. por c.c. y tomamos de ella sucesivamente 0, 5, 10, 20, 40, 60 c.c. que son transferidos a seis embudos de decantación respectivamente. Se hace el desarrollo del color por el método descrito y a continuación se lleva a cabo la medida del color. Con los valores obtenidos se construye la línea patrón que resulta una recta.

(d) Observaciones

Las medidas se pueden llevar a cabo dentro de las dos horas siguientes al desarrollo del color.

3.5. DETERMINACION DE HIERRO

Para la determinación cuantitativa del hierro

seguimos el método descrito en (93).

(a) Reactivos

Tiocianato potásico al 20 por ciento

Amoníaco concentrado ($d=0.910$)

Fenolftaleína al 1% en alcohol de 96%

Acido clorhídrico concentrado ($d=1.19$)

(b) Desarrollo y medida del color

Se toma 1 c.c. de la solución (A) y se llevan a un matraz aforado de 25 c.c. se añaden dos gotas de fenolftaleína como indicador, se neutraliza con amoníaco gota a gota hasta viraje del indicador. Se añaden dos c.c. de ácido clorhídrico y 1 c.c. de sulfocianuro potásico se deja enfriar, se enrasa y se mide en el colorímetro la densidad óptica. Se emplea cubeta de medio centímetro y filtro azul (602), tomando el agua como cero.

(c) Línea de calibrado

Como sustancia patrón se emplea el alumbre férreo recién cristalizado $(\text{SO}_4)_3 \text{Fe}_2 \text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$. Se prepara una solución que contenga 100 microgramos de hierro por c.c. En matraces aforados de 25 c.c. se ponen cantida-

des crecientes y se desarrolla el color según el método descrito anteriormente. Se mide en el colorímetro y los valores obtenidos se llevan sobre papel milimetrado y se construye así la gráfica patrón.

(a) Observaciones

En algunas muestras por su elevado contenido en hierro nos hemos vistos obligados a tomar un volumen menor de solución (A).

3.6. OBRAS DETERMINACIONES

Con el fin de comparar los resultados obtenidos en el análisis de oligoelementos con las características mas destacadas de los suelos se han hecho unas determinaciones de aquellos factores que mas directamente guardan relación con estas características. Así el análisis mecánico nos pone de manifiesto el grado de dispersión alcanzando en el proceso fisico-químico de formación del suelo y nos señala la proporción de arcilla, componente muy activo por su naturaleza coloidal. El carbonato cálcico imprime un determinado carácter básico al suelo que lo contiene. La medida del pH nos indicará el carácter ácido o básico

dominante en los materiales que forman el suelo. La cantidad de materia orgánica guarda relación con las propiedades coloidales, con la posibilidad de formación de complejos organo-metálicos y puede originar medios locales reductores. La capacidad total de cambio de cationes nos informa sobre la mayor o menor aptitud de las fracciones coloidales para retener determinados elementos. Finalmente hemos considerado conveniente hacer el análisis químico de las rocas para tener conocimiento de su naturaleza.

El análisis mecánico, se ha hecho por el método de la pipeta, tomando fracciones que corresponden a la clasificación internacional.

El carbonato cálcico se ha determinado mediante el calcímetro.

El pH, se ha medido sobre suelo saturado de agua utilizando electrodo de vidrio.

La materia orgánica, para su determinación se ha seguido el método propuesto por Schollenberger con algunas modificaciones (100).

La capacidad de cambio de cationes se determinó siguiendo la técnica de Mehlich (101) con las modificaciones de Cecconi y Polesello (102).

<p>DESCRIPCION DE MUESTRAS Y PRESENTACION DE RESULTADOS</p>

En las páginas siguientes se presenta la descripción de las muestras, sobre las que hemos trabajado. Se han agrupado en dos zonas. Primera: zona de D. Benito correspondiente a las muestras de la provincia de Badajoz y segunda: zona Norte correspondiente a las muestras de las provincias de Guipúzcoa, Vizcaya, Santander y Asturias. Dentro de cada zona se han agrupado las muestras constituyendo perfiles edafológicos.

Los resultados de molibdeno, cobre, manganeso y hierro se dan en partes por millón (p.p.m.), sobre muestras secadas al aire.

Los resultados generales de análisis se dan en tanto por ciento sobre muestras secadas al aire.

MUESTRAS DE LA ZONA DE D. BENITO (BADAJOZ)

PERFIL I

Situación.- A mano derecha del camino de S. Bartolomé en
el término de Santa Amalia.

Altitud.- 250 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Arenas y arcillas arenosas del Cuaternario sobre sedimentos terciarios del Plioceno.

Vegetación.- Cereal y olivar

Tipo de suelo.- Arcillo-arenoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-25	Color pardo. Capa arable arenosa penetrable y con bastantes raíces.
2	25-80	Color pardo algo más oscuro que el anterior. Arcilloso poliédrico angular, lustroso y muy compacto. Retiene muy bien la humedad y las raicillas solo penetran entre las caras de los poliedros.
3	Más de 80	El mismo color que en el horizonte anterior. Arcilla con eflorescencias calizas.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P. Desc.</u>	<u>Ar. Gruesa</u>	<u>A. Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'6	41'0	41'0	10'4	8'4
2	3'3	24'4	27'7	12'7	36'4
3	2'7	27'2	23'7	20'6	29'2

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'05	11'1	0'0	5'1
2	0'15	32'2	0'0	7'3
3	0'11	26'0	10'5	7'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'10	1'0	25	1190
2	0'42	5'5	175	6760
3	<u>0'26</u>	<u>2'5</u>	<u>115</u>	<u>3800</u>
Valor medio	0'26	3'0	105	3917

El primer horizonte, arenoso, ácido y pobre en materia orgánica es el que presenta un contenido menor en todos los oligoelementos. El horizonte 2 es el más rico en componentes activos arcilla y materia orgánica y es también el que ofrece mayores niveles en todos los elementos estudiados.

PERFIL II

Situación.- A mano izquierda del cordel de ganado de Trujillo y pasado 1500 m. el camino del Cebollero en el término de Santa Amalia.

Altitud.- 250 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Arenas y arcillas arenosas cuaternarias, sobre materiales terciarios pliocenos.

Vegetación.- Pasto antiguo.

Tipo de suelo.- Arcillo-arenoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-35	Color gris oscuro, seco, y pardo húmedo. Capa arenosa penetrable, sin estructura.
2	35-70	Color gris, ligeramente cuando seco y gris muy oscuro en estado húmedo. Arcillo-arenosa y compacta con estructura poliédrica. Manchas de gley y guijarros sin rodar.
3	Más de 70	Arcilloso con muchas manchas de gley.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P. Fino.</u>	<u>Ar. Gruesa</u>	<u>A. Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'2	61'0	27'3	7'6	4'5
2	2'9	43'4	17'9	7'5	33'1
3	3'4	35'4	19'8	10'7	35'3

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'1	7'4	0'0	5'3
2	0'1	27'2	0'0	5'8
3	0'02	32'2	0'0	7'4

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'15	3'5	<10	173
2	0'30	1'0	63	14000
3	<u>0'18</u>	<u>6'5</u>	<u>55</u>	<u>9000</u>
Valor medio	0'21	3'7	43	7724

En este perfil, los horizontes 2 y 3 resultan mucho más arcillosos que el 1, en cambio la materia orgánica se halla en menor proporción en el horizonte 3 que al mismo tiempo es ligeramente alcalino. El hierro se concentra mucho en el horizonte 2 y disminuye ligeramente al pasar al 3, ocurriendo lo mismo con el manganeso y molibdeno. En cambio el cobre ofrece su mayor proporción en el horizonte 3 coincidiendo el mayor pH y con la mayor cantidad de arcilla.

PERFIL III

Situación.- En el Carril de los Combos, en el término de Almocharín.

Altitud.- 260 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Arenas y arcillas arenosas cuaternarias, sobre sedimentos pliocenos.

Vegetación.- Pasto malo; antiguo campo de cereal

Tipo de suelo.- Arcillo-arenoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-30	Color gris claro. Horizonte arenoso, arena gruesa compacto y sin estructura. La transición al horizonte siguiente es abrupta.
2	30-65	Color pardo oscuro. Textura arcillosa con granos de cuarzo y estructura compacta poliédrica, poco permeable.
3	Más de 65	Color abigarrado. Material procedente de granito arcillo-arenoso, compacto y sin estructura. Se observan granos de cuarzo y feldespatos.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>A. Gruesa</u>	<u>A. Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'2	66'4	25'4	5'4	2'7
2	2'6	45'9	13'9	7'8	34'5
3	2'5	48'8	13'0	10'4	29'8

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO</u> <u>Ca</u> <u>3</u>	<u>pH</u>
1	0'6	7'4	0'0	5'4
2	0'5	22'3	0'0	5'9
3	0'2	24'7	ind.	7'5

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'07	3'0	10	300
2	0'62	2'0	70	10000
3	<u>0'25</u>	<u>7'5</u>	<u>170</u>	<u>6750</u>
Valor medio	0'31	4'2	83	5683

Se observa que la arcilla aumenta notablemente al pasar del primer horizonte a los siguientes. Análogo comportamiento siguen el hierro y molibdeno. En este perfil se encuentran cantidades de materia orgánica algo superiores a las encontradas anteriormente coincidiendo con niveles muy bajos de manganeso en los horizontes ácidos. El cobre presenta su mayor proporción en el horizonte 3 que es el más alcalino.

PERFIL IV

Situación.- En el camino de Santa Amalia a Villar de Reina.

Unos 500 metros pasados del camino de Medellín
a Miajadas en el término de D. Benito.

Altitud.- 250 metros

Caracteres Geológicos.- Igual que los perfiles anteriores;
se trata de sedimentos cuaternarios, depósitos
sobre el Plioceno.

Vegetación.- Cereal

Tipo de suelo.- Arcillo-arenoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-20	Color gris claro. Horizonte antrópico, suelto, arenosa sin estructura y muy seco. Transición gradual.
2	20-50	Color pardo amarillento. Horizonte semejante al anterior, pero menos seco, con buena permeabilidad y penetrabilidad para las raíces, Transición al horizonte siguiente, abrupta.
3	50-90	Color pardo. Textura limo-arcillosa con algo de arena gruesa. Estructura densa y compacta que se resuelve en poliedros sin ángulos rectos. Bastante impermeable y muchas manchas rojas.
4	90-140	Color pardo amarillento oscuro. Horizonte arcilloso, denso y compacto con estructura poliédrica. Se observan abundantes granos silíceos o de cuarzo. Horizonte impermeable. Las transiciones con los horizontes anterior y posterior son más bien graduales.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>A. Gruesa</u>	<u>A. Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Areilla</u>
1	0'4	50'1	33'6	10'9	6'3
2	3'4	32'9	23'5	19'2	26'4
3	4'4	28'2	20'6	13'5	39'5
4	3'2	21'4	22'7	30'1	31'4

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'2	10'4	0'0	5'4
2	0'2	29'9	0'0	5'6
3	0'2	37'7	0'0	6'8
4	0'2	24'7	33'9	7'7

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'15	2'0	63	2125
2	0'35	5'5	90	13500
3	0'35	13'0	265	26000
4	<u>0'50</u>	<u>18'5</u>	<u>190</u>	<u>15500</u>
Valor medio	0'34	8'9	152	14281

En este perfil se pone de manifiesto un aumento

en el contenido de arcilla con la profundidad, ya que los dos últimos horizontes pueden considerarse semejantes en este sentido. Una variación paralela con la arcilla la resentan el hierro y manganeso. El contenido de molibdeno y cobre aumenta a lo largo del perfil, así como el pH. El horizonte cuatro tiene un elevado nivel de carbonato cálcico, ofreciendo valores máximos tanto para el molibdeno como para el cobre.

PERFIL V

Situación.- En la Dehesa de Guadalperal a mano derecha del camino de Campomanes a Santa Amalia. En el término de Guareña.

Altitud.- 240 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Depósitos cuaternarios sobre Plioceno.

Vegetación.- Dehesa de encinar y pasto

Tipo de suelo.- Arcillo-arenoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10	Color pardo. Textura areno-limo-sa. Estructura regularmente desarrollada de tipo granular y con buena penetrabilidad para las raíces. Transición gradual.
2	10-75	Color pardo más oscuro. Horizonte limo-arcilloso con estructura poliédrica. Se observan algunas piedras muy poco rodadas y lombrices. Mala permeabilidad, regular aireación y penetrabilidad para las raíces. La transición al horizonte siguiente es gradual.
3	Más de 75	Horizonte arcilloso, verdoso y con abundantes móculos y concreciones calizas.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>A.Gruesa</u>	<u>A.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	1'1	41'0	33'5	11'6	13'5
2	4'6	22'5	20'1	11'3	47'1
3	4'1	25'5	13'5	22'4	40'4

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	1'5	15'6	0'0	6'0
2	0'6	37'7	Ind.	6'2
3	0'0	32'2	30'1	7'5

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'25	4'0	250	3300
2	0'27	15'0	187	20000
3	<u>0'20</u>	<u>18'7</u>	<u>110</u>	<u>18000</u>
Valor medio	0'24	12'6	182	13767

La arcilla aumenta en los dos últimos horizontes de este perfil, y paralelamente se observa un aumento de hierro y molibdeno. El cobre aumenta con la profundidad coincidiendo con un aumento de pH. El manganeso, sin embargo, disminuye a lo largo del perfil como la materia orgánica.

PERFIL VI

Situación.- En el Cerro de la Cruz, a mano izquierda del camino de Medellín a Miajadas. En el término de Miajadas.

Altitud.- 280 metros

Inclinación.- Casi llano; pendiente del 2 por ciento

Caracteres Geológicos.- Arena y arcillas arenosas sobre depósitos pliocenos.

Vegetación.- Cereal

Tipo de suelo.- Arcillo-arenosa, fase normal.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	20-100	Color gris oscuro. Textura arcillo-arenosa con granos silíceos. Estructura compacta, pegajosa y poco permeable no se observan raíces ni manchas de gley. Transición gradual al horizonte siguiente.
2	100-130	Color gris verdoso oscuro. Horizonte arcillo-arenoso con estructura polidrica. Se observan numerosos módulos y eflorescencias calizas.
3	Más de 130	Color pardo muy pálido. Textura areno-limosa con estructura compacta pero permeable.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>A.Gruesa</u>	<u>A.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	2'8	43'9	18'5	9'4	29'9
2	3'5	33'1	17'7	19'1	32'2
3	2'7	50'8	15'3	23'8	11'8

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Organica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'2	37'7	0'0	6'5
2	0'3	26'0	10'0	8'0
3	0'1	26'0	0'4	7'9

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'12	1'0	70	6800
2	0'28	3'0	110	6000
3	<u>0'32</u>	<u>5'0</u>	<u>80</u>	<u>5500</u>
Valor medio	0'24	3'0	87	5933

Se observa un descenso en el contenido de arcilla en el ultimo horizonte del perfil. El manganeso y el hierro siguen una marcha sensiblemente paralela con la arcilla. El cobre es lavado del primer horizonte, de carácter ácido, y se acumula en otros horizontes que presentan reacción alcalina. El molibdeno sigue una marcha creciente con la profundidad.

PERFIL VII

Situación.- En el camino de Vascona cerca del cruce con el
Carril de Alcántara. En el término de Miajadas.

Altitud.- 280 metros

Inclinación.- Terreno ligeramente ondulado, con pendiente
del 5 por ciento.

Caracteres Geológicos.- Depósitos cuaternarios

Vegetación.- Cereales y leguminosas

Tipo de suelo.- Arcillo-arenoso, fase pedregosa.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-35	Color pardo muy pálido. Horizonte areno-limoso y pedregoso. Las piedras son cuarcitas. Permeabilidad regular y poca penetrabilidad para las raíces debido a la presencia de las piedras. Estas piedras de cuarcita no están rodadas.
2	35-60	Color abigarrado. Textura arcillosa también con piedras cuarcitas. Horizonte impermeable, compacto. No se observan raíces y sí manchas y concreciones de óxido de hierro; es por lo tanto un horizonte gley.
3	60-100	Textura arcillosa y estructura compacta. Sin piedras, impermeable e impenetrable. Se observan muchísimas manchas de gley.
4	Más de 100	Arena gruesa de desintegración muy compacta y húmeda.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'2	63'5	25'2	7'4	4'3
2	2'6	16'2	10'6	9'7	64'7
3	3'5	22'9	9'3	6'3	61'7
4	1'9	42'4	15'6	18'3	24'7

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO Ca</u> 3	<u>pH</u>
1	0'5	7'4	0'0	6'3
2	0'3	27'2	0'0	5'0
3	0'0	32'2	0'0	4'9
4	0'0	24'7	0'0	5'2

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'37	1'6	20	2450
2	0'66	5'2	52	25000
3	0'55	3'0	45	18000
4	<u>0'37</u>	<u>3'5</u>	<u>80</u>	<u>8500</u>
Valor medio	0'49	3'3	49	13488

Se observa una zona de acumulación de arcilla en los dos horizontes intermedios. El hierro, cobre y molibdeno presentan claramente un enriquecimiento en esta misma zona, mientras que el manganeso ofrece un contenido mayor en el horizonte más profundo.

PERFIL VIII

Situación.- En la Dehesa del Esparragal, a mano izquierda del camino de la Plata. Término de Miajadas.

Altitud.- 260 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Depósitos cuaternarios sobre arcosas del oligoceno.

Vegetación.- Cercal

Tipo de suelo.- Arcillo-arenosa; fase pedregosa.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-25	Color del suelo, seco, pardo pálido. Es un horizonte arenoso con mucha arena gruesa, sin estructura y muy permeable.
2	25-70	Color pardo, algo más oscuro que el anterior en estado seco. Textura arcillosa y estructura compacta. Mucha cuarcita y poco penetrable.
3	Más de 70	Material arcósico

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'5	45'5	36'0	12'0	6'9
2	3'9	46'8	5'3	2'7	46'3
3	3'0	49'8	16'9	11'2	25'3

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO Ca</u> 3	<u>pH</u>
1	0'1	12'4	0'0	6'1
2	0'5	42'1	0'0	5'1
3	0'0	29'7	0'3	7'3

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'15	1'0	25	800
2	0'40	4'0	175	18200
3	<u>0'30</u>	<u>2'0</u>	<u>110</u>	<u>7600</u>
Valor medio	0'28	2'3	103	8887

En este perfil observamos un aumento considerable de arcilla en el horizonte segundo. Todos los oligoelementos se acumulan en él para disminuir de valor en el horizonte siguiente, paralelamente con la arcilla.

PERFIL IX

Situación.- En la Dehesa de Carrizosa, muy cerca del límite provincial, en el término de Hiajadas.

Altitud.- 270 metros

Inclinación.- En una loma de pendiente muy suave.

Caracteres Geológicos.- Depósitos cuaternarios.

Vegetación.- Cereales y leguminosas.

Tipo de suelo.- Arcillo-arenoso, fase pedregosa.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-25	En estado seco color gris claro. Horizonte arenoso, seco, permeable sin estructura y con numerosos guijarritos. La transición al horizonte siguiente es abrupta.
2	25-75	Color gris muy oscuro. Textura arcillosa con algo de arena gruesa. Estructura compacta con bloques poliédricos. Se observan muchos guijarritos nada rodados. Poca permeabilidad para las raíces. Transición gradual.
3	75-125	Color pardo. Textura arcillosa con muchos guijarros y piedras gruesas. Es un horizonte plástico con estructura densa y compacta. Se observa alguna mancha de cal. La transición al horizonte siguiente es gradual.
4	Más de 125	El material de suelos es una arcilla que aunque plástica no se adhiere, por la gran cantidad de caliza que presenta en forma de manchas, pequeños depósitos y concreciones. También se observan manchas rojizas de óxido de hierro. Se trata por lo tanto de un horizonte gley.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Deso.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	1'2	46'9	30'0	10'9	12'1
2	3'1	39'8	21'3	9'7	30'0
3	4'1	37'8	16'0	11'8	37'0
4	3'6	33'1	11'7	23'5	33'4

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Organica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'7	14'3	0'0	6'4
2	0'4	28'6	0'0	6'7
3	0'2	30'9	5'1	7'7
4	0'0	26'0	25'4	7'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'26	6'2	75	2000
2	0'30	1'0	150	7700
3	0'19	2'5	110	13000
4	0'18	2'0	95	3700
Valor medio	0'23	2'9	108	6600

En este perfil, la distribución del hierro ofrece un aspecto bastante irregular, con una concentración máxima

en el horizonte segundo. El manganeso presenta su menor contenido en primer horizonte, de menor contenido en arcilla y el mas reductor. En cambio el cobre se presenta en mayor proporción en la zona mas rica en materia orgánica, ofreciendo luego un horizonte de lavado, en un medio ácido, para acumularse ligeramente al encontrar una capa alcalina. El molibdeno está en una proporción mayor en los horizontes ácidos que en los alcalinos.

PERFIL I

Situación.- A mano derecha de la carretera a Santa Amalia y D. Benito y a unos dos Kilómetros de la general de Badajoz, en el término de Guareña.

Altitud.- 250 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Sedimentos cuaternarios sobre formación pliocena.

Vegetación.- Encinar y pasto

Tipo de suelo.- Areno-pedregoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-50	Color pardo amarillento; horizonte arenoso, suelto, casi sin <u>estructu</u> ra o tal vez un poco migajosa y <u>pe</u> netrable. La transición al <u>horizon</u> te siguiente es gradual.
2	50-70	Color pardo algo amarillento. <u>Hori</u> zonte muy pedregoso con manchas <u>ro</u> jizas de gley. Hasta este <u>horizon</u> te asciende la capa freática. La <u>ma</u> sa de suelo es areno-limosa.
3	Más de 70	Por debajo de los 70 centímetros ya no se observan raíces y a medida que se profundiza, el tamaño de la grava cada vez es mayor. A los 90 cm. mana mucha agua.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Idmo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'3	35'3	48'0	10'0	5'1
2	0'9	37'8	33'2	9'7	20'1

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃ Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'5	7'4	0'0	5'3
2	0'1	13'6	0'0	4'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'15	1'5	65	4850
2	<u>0'45</u>	<u>2'5</u>	<u>60</u>	<u>15000</u>
Valor medio	0'30	2'0	63	9925

Se observa una zona de acumulación de arcilla en el último horizonte de este perfil. El hierro, cobre y molibdeno se enriquecen en él y el manganeso ofrece muy poca variación.

PERFIL XI

Situación.- En el camino de la Huerta y a mano derecha de la carretera general a Badajoz. En el término de Guareña.

Altitud.- 260 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Depósitos cuaternarios sobre la formación pliocena.

Vegetación.- Dehesa de encinar muy abierto con pastos y cereal.

Tipo de suelo.- Areno-pedregoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-20	Color pardo amarillento, textura arenosa y estructura suelta algo grumosa y penetrable. Se observan piedras.
2	Más de 20	Horizonte arenoso y muy pedregoso con muchas concreciones férricas y manchas de gley. Las piedras no están rodadas o muy poco.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Deseo.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'5	36'1	39'9	16'6	6'7
2	0'4	46'5	35'9	10'2	7'7

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	1'3	10'4	0'0	5'0
2	0'1	12'5	0'0	7'0

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'25	3'0	115	4300
2	<u>0'28</u>	<u>7'0</u>	<u>50</u>	<u>7000</u>
Valor medio	0'27	5'0	82	5650

El contenido en arcilla aumenta ligeramente de un horizonte a otro así como también el pH. El hierro, molibdeno y cobre, presentan un nivel más elevado en el horizonte segundo. El manganeso, sin embargo, se acumula en el horizonte uno a pesar de ser ácido y con un contenido mayor en materia orgánica.

PERFIL XII

Situación.- En el camino que vá de la Casa de la Vega a la del Marroquil. Término de El Campo.

Altitud.- 270 metros

Inclinación.- Casi llano; ligerísima pendiente

Caracteres Geológicos.- Depósitos cuaternarios

Vegetación.- Cereales

Tipo de suelo.- Cereales limo-pedregoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-30	Color pardo algo oscuro. Textura arenosa-limosa, estructura suelta y miga-josa y buena permeabilidad. La transición al horizonte siguiente es difusa.
2	30-70	Presenta el mismo color que el horizonte anterior. Textura limo-arenosa y estructura algo poliédrica. Permeabilidad y penetrable. La transición también es difusa.
3	70-90	Color pardo mas oscuro. Textura algo menor arenosa y mas arcillosa. Estructura compacta de tipo poliédrico. Transición difusa.
4	Mas de 90	Horizonte gley con muchas manchas de óxido de hierro. Enorme proporción de grava y gravilla cementada por la arcilla. Hasta estos 90 cm. asciende la capa freática. En el fondo del perfil ya mana agua.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Dese.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	1'0	35'9	37'2	15'3	11'3
2	2'7	32'4	25'4	15'4	28'4
3	2'9	30'3	24'1	14'8	31'8
4	2'6	43'5	12'2	15'4	29'6

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>H.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'7	11'1	0'0	6'8
2	0'3	29'7	0'0	6'7
3	0'1	29'7	0'0	7'4
4	0'1	38'3	0'0	7'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'20	2'0	45	2650
2	0'15	8'0	165	17200
3	0'17	10'0	175	22000
4	<u>0'15</u>	<u>11'5</u>	<u>240</u>	<u>12500</u>
Valor medio	0'17	7'9	156	13587

El horizonte primero presenta la menor proporción

de arcilla. El pH aumenta regularmente con la profundidad mientras que la materia orgánica vá disminuyendo. El hierro aumenta de forma regular en los tres primeros horizontes, el manganeso lo hace en todo el perfil y lo mismo el cobre. El molibdeno se presenta con la máxima concentración en el horizonte primero.

PERFIL XIII

Situación.- En la Dehesa de los Canchales, en el término de Miajadas y a mano izquierda de la carretera general a Badajoz, a la altura del kilómetro 300.

Altitud.- 260 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Sedimentos cuaternarios sobre material terciario plioceno.

Vegetación.- Viñedo e higueras

Tipo de suelo.- Areno-limoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-35	El color en estado seco es muy pardo, y en estado húmedo pardo. Textura arenosa y estructura suelta muy poco desarrollada. La transición al horizonte siguiente es difusa.
2	35-90	El color en estado húmedo es como en el horizonte anterior también muy arenoso, con mucha arena gruesa y algún guijarro. Muy permeable y con muchas raíces. Transición también difusa.
3	90-110	Presenta el mismo color y la textura ya es areno-limosa, observándose cierto desarrollo de la estructura que es algo poliédrica. Parece apreciarse algunas manchas de gley. Este horizonte es zona de transición.
4	Mas de 110	Color pardo rojizo. Horizonte formado por arena gruesa aglomerada con arcilla, muy húmedo y algo compacto, sobre todo al secarse. Cuando está húmedo

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
4	Mas de 110	es muy permeable. En genral el per fil es de condiciones húmedas poco aireado.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'3	45'5	39'6	9'4	6'6
2	0'2	46'6	38'1	10'3	6'2
3	1'4	38'1	37'0	7'5	18'6
4	1'6	60'6	10'9	4'7	24'1

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'0	11'1	0'0	5'5
2	0'0	8'7	0'0	6'1
3	0'0	19'8	0'0	5'7
4	0'0	18'6	0'0	6'3

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'13	<1	125	3060
2	0'10	3'5	22	8000
3	0'38	2'0	85	6640
4	<u>0'25</u>	<u>1'5</u>	<u>200</u>	<u>7250</u>
Valor medio	0'22	2'0	108	6074

En este perfil a medida que se profundiza aumenta el contenido de arcilla. El manganeso aumenta paralelo con la arcilla, si se exceptúa el horizonte uno, en el que se presenta un alto contenido de este elemento. El cobre al igual que el hierro se acumula ligeramente en el segundo horizonte. Sin embargo, el molibdeno manifiesta su valor más alto en la muestra tres que es la más ácida.

PERFIL XIV

Situación.- A mano izquierda del Cordel de Medellín a San Pedro de Mérida y unos 500 metros antes de su confluencia con el Cordel de Santa Amalia. En el término de Santa Amalia.

Altitud.- 240 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Depósitos cuaternarios fundamentalmente arenosos.

Vegetación.- Cereales

Tipo de suelo.- Areno-limoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-90	Color gris claro. Textura arenosa y sin desarrollo alguno de estructura. Todo el perfil es bastante homogéneo y permeable pero por ser terrenos muy bajos bastante próximos al río, cuando llueve se inundan. La transición al horizonte siguiente es difusa.
2	Más de 90	Color pardo muy pálido. La textura es areno-limosa. A esta profundidad el perfil se inunda de agua.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'2	55'1	32'4	8'2	4'7
2	0'9	32'6	34'2	14'3	21'2

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'1	8'7	0'0	4'8
2	0'3	12'4	0'0	5'6

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'10	< 1	<10	440
2	<u>0'13</u>	<u>2'2</u>	<u>50</u>	<u>4250</u>
Valor medio	0'11	1'6	30	2345

Se observa en este perfil como el valor de la arcilla aumenta en el segundo horizonte y paralelamente el contenido en molibdeno, cobre, manganeso y hierro sufren también elevación notable en dicho horizonte.

PERFIL XV

Situación.- En el Camino del Cuadrado, unos dos kilómetros antes de llegar al límite provincial en el término de Almoharín.

Altitud.- 260 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Depósitos cuaternarios sobre sedimentos terciarios pliocenos.

Vegetación.- Encinar y pastos

Tipo de suelo.- Areno-limoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-60	Color gris claro. Textura areno-limosa horizonte seco, algo compacto y sin estructura. Regular permeabilidad y penetrabilidad. Se observan algunos guijarros no redondeados. Transición al horizonte siguiente abrupta.
2	60-90	Color pardo claro algo verdoso. Textura areno-limosa y estructura compacta poco desarrollada de tipo poliédrico y con algún trozo de piedra no rodada. Transición gradual al horizonte siguiente.
3	90-120	Horizonte areno-limoso, con mucha arena gruesa compacto y sin estructura. Igualmente se observan trocitos de cuarcita no rodadas.
4	Más de 120	Textura limo-arenosa. La arcilla de este horizonte puede provenir de alteración de pizarras. Se observan manchas rojizas

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'4	54'1	23'0	15'4	7'8
2	1'6	37'1	26'7	16'9	20'4
3	1'6	46'9	21'5	14'7	17'9
4	2'9	4'8	38'7	36'9	21'3

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>O.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'2	6'2	0'0	4'9
2	0'3	18'2	0'0	5'9
3	0'0	16'1	0'0	7'0
4	0'0	23'5	0'0	7'4

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Ca</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'10	6'0	15	1150
2	0'20	3'0	45	3800
3	0'44	2'0	185	7400
4	<u>0'10</u>	<u>9'0</u>	<u>210</u>	<u>15000</u>
Valor medio	0'22	5'0	114	6838

En este perfil los dos primeros horizontes ofre-

cen un medio ácido y reductor por la presencia de materia orgánica es decir condiciones favorables para el lavado de hierro y manganeso. Esto explica que aumenten notablemente los contenidos de dichos elementos al pasar al horizonte tercero y cuarto. El molibdeno es fácilmente retenido por los óxidos de manganeso y hierro, por lo que debe aumentar con la profundidad; esto se observa bien en el tercer horizonte, no obstante el valor encontrado en el cuarto horizonte resulta una excepción. El cobre presenta su máximo valor en el cuarto horizonte coincidiendo con el pH más elevado.

PERFIL XVI

Situación.- En el camino de Palazuelo a Miajadas, y a un kilómetro a la izquierda de la carretera de Villanueva a Zorita. En el término de Villar de Rena.

Altitud.- 250 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Sedimentos cuaternarios sobre formación terciaria oligocena.

Vegetación.- Cereales

Tipo de suelo.- Areno-limoso

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-35	Color gris claro. Horizonte de textura arenosa con algo de limo y mal estructurado. Cuando el suelo está seco este limo cementa a la arena, adquiriendo consistencia dura. Transición al horizonte siguiente abrupta.
2	35-110	Color pardo, textura areno-limosa y estructura algo desarrollada de tipo poliédrico. Buena penetrabilidad aunque no excesiva.
3	Más de 110	El mismo color que el horizonte anterior, aunque más arenosa, arena fina micácea. Se observan manchas rojizas de gley. A esta profundidad el agua rezuma.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'5	39'5	39'5	15'6	7'4
2	1'4	31'7	36'1	12'9	20'5
3	1'4	20'3	53'5	13'1	13'1

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	1'4	11'7	0'0	5'6
2	0'1	16'1	0'7	8'7
3	0'0	17'3	0'0	8'2

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'15	2'0	53	4750
2	0'07	9'0	175	6500
3	<u>0'45</u>	<u>5'3</u>	<u>150</u>	<u>11500</u>
Valor medio	0'22	5'4	126	7583

Vemos en este perfil que el mayor contenido en arcilla lo presenta el segundo horizonte, así como también de manganeso y cobre. El hierro, sin embargo, se acumula notablemente en el tercer horizonte e igual el molibdeno.

PERFIL XVII

Situación.- A mano derecha de la carretera general a Badajoz y entre los caminos de Alcuescar y el de la Venta de la Guía, en el término de D. Benito.

Altitud.- 280 metros

Inclinación.- Pendiente del 2 por ciento

Caracteres Geológicos.- Derrubios pliocenos

Vegetación.- Encinar y pasto malo

Tipo de suelo.- Limos rojos superficiales o pedregosos.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-40	Textura areno-limosa y estructura grumosa. Horizonte permeable en el que las raíces penetran bien. Muchos trozos de rocas en superficie y en el interior pero aquí predomina el suelo sobre las piedras. La transición al horizonte siguiente es gradual.
2	Más de 40	Horizonte muy pedregoso, abundando más las piedras que el suelo. El material entre las piedras es limoso. La permeabilidad es buena como igualmente la aireación, no observándose concreciones, pero la penetrabilidad para las raíces debido a las piedras varía de regular a mala.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'7	22'4	45'5	18'0	15'4
2	0'8	28'1	36'1	16'4	21'4

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	1'0	12'4	0'0	5'2
2	0'3	12'4	0'0	6'1

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'23	3'5	290	13500
2	<u>0'21</u>	<u>16'5</u>	<u>110</u>	<u>15750</u>
Valor medio	0'22	10'0	200	14625

A pesar de presentar este perfil un mayor contenido en arcilla en el segundo horizonte, el manganeso y molibdeno se acumulan en el horizonte uno, de mayor contenido en materia orgánica. El hierro y el cobre se acumulan en el horizonte más arcilloso, de mayor pH y con menos materia orgánica.

PERFIL XVIII

Situación.- En la Dehesa del Aguila en el término de

El Campo.

Altitud.- 320 metros

Inclinación.- Terreno ligeramente ondulado con pendiente
del 5 por ciento.

Caracteres Geológicos.- Pizarras cámbricas

Vegetación.- Cereal y pasto

Tipo de suelo.- Limos rojos superficiales o pedregosos

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-15	Horizonte areno-limoso, suelto y muy seco, con raíces y trozos de pizarra.
2	15-30	Material arcilloso rojizo y compacto que procede de la descomposición de las pizarras. Generalmente no es un horizonte uniforme sino que este material se presenta en bolsadas y lentejones. Perfil muy erosionado.
3	> 30	Pizarras

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'6	36'0	40'2	17'3	6'6
2	4'1	9'1	15'3	14'7	61'4

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO</u> <u>Ca</u> 3	<u>pH</u>
1	1'4	9'9	0'0	6'0
2	0'8	32'2	0'0	4'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'25	2'5	125	16250
2	<u>0'30</u>	<u>21'5</u>	<u>55</u>	<u>14750</u>
Valor medio	0'27	12'0	90	15500

Es muy notable el enriquecimiento de arcilla en el segundo horizonte. El cobre y el molibdeno presentan su mayor concentración en el horizonte 2, el más arcilloso, mientras que hierro y manganeso dan resultados superiores en el horizonte primero, de mayor pH.

PERFIL XIX

Situación.- Término de D. Benito en la loma de los Duendes,
por la Cañada que conduce a Medellín.

Altitud.- 230 metros

Inclinación.- Pendiente del 5 por ciento

Caracteres Geológicos.- Escombros de cuarcitas silúricas

Vegetación.- Pastos

Tipo de suelo.- Limos rojos superficiales o pedregosos

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-25	Textura areno-limosa. Estructura granular muy poco desarrollada. Buena permeabilidad y penetrabilidad.
2	25-75	El material de este horizonte es limo-arenoso, pero con muchísimas piedras que son cuarcitas sin rodar y que dificultan la penetración de las raíces.
3	> 75	Casi exclusivamente son piedras muy gruesas.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Areilla</u>
1	1'4	14'4	57'6	11'4	17'0
2	5'4	13'2	11'3	7'2	67'2

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	1'3	15'6	0'0	5'5
2	0'4	37'7	0'0	5'2

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'30	3'0	135	9500
2	<u>0'85</u>	<u>13'0</u>	<u>315</u>	<u>36000</u>
Valor medio	0'58	8'0	225	22750

El marcado enriquecimiento de arcilla que manifiesta el horizonte segundo, llega consigo una acumulación extraordinaria de todos los oligoelementos.

PERFIL XX

Situación.- Pasado el kilómetro 39 de la carretera de D. Benito a Olivenza y a mano derecha en el término de D. Benito.

Altitud.- 260 metros

Inclinación.- Parte alta y llana de un cerro

Caracteres Geológicos.- Sedimentos arcillosos miocenos

Vegetación.- Olivar y cereal

Tipo de suelo.- Barros extremeños

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10	Color gris parduzco claro en estado seco. Horizonte antrópico muy arenoso y sin estructura.
2	10-40	Color algo húmedo pardo. Textura areno-limosa; estructura migajosa; muy penetrable y permeable.
3	40-80	Color pardo amarillento. Textura areno-arcillosa; estructura compacta poliédrica. Regular permeabilidad y penetrabilidad.
4	Más de 80	Color pardo rojizo. Textura arcillosa, estructura en polie. ros grandes y lustrosos. Se observan manchas blancas de caliza.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'2	41'2	49'8	6'0	2'6
2	1'9	28'0	33'3	8'6	31'5
3	2'8	20'9	38'7	11'2	30'8
4	4'5	24'2	16'5	13'0	48'6

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	0'2	7'4	0'0	6'8
2	0'6	22'3	0'0	6'1
3	0'4	21'0	0'0	7'0
4	0'4	29'7	8'6	7'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	-	-	-	-
2	0'20	10'0	240	5300
3	0'63	5'0	198	5000
4	<u>0'18</u>	<u>4'0</u>	<u>60</u>	<u>7300</u>
Valor medio	0'34	6'3	166	5866

En este perfil encontramos la mayor proporción de manganeso y cobre en el horizonte segundo, disminuyendo luego con la profundidad.

El hierro presenta su mayor riqueza en el horizonte más profundo, el más arcilloso y de mayor pH. El molibde no da su máxima concentración en la muestra tres.

PERFIL XXI

Situación.- En La Mata, muy cerca de la casa vieja de este nombre en el término de Madrigalejo.

Altitud.- 300 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Sedimentos pliocenos, rañas, seguramente sobre la formación terciaria oligocena.

Vegetación.- Encinar y pastos

Tipo de suelo.- Aloctono de grava

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-30	Color pardo rojizo. Textura arenolimosa y estructura suelta algo gruesa. Se observan tanto en superficie como en el interior algunos cantos rodados. Las raíces penetran bien.
2	30-70	Color rojo amarillento. Textura arenocilicosa y estructura más compacta que en el horizonte anterior pero no presenta mala aireación. Regular permeabilidad y mala penetrabilidad para las raíces por la gran cantidad de cantos rodados que hay en el horizonte.
3	Más de 70	Color irregular. La textura análoga al horizonte anterior pero con muchísima gravilla y cantos rodados. La penetrabilidad es casi nula y la aireación bastante mala. Se observan también muchas concreciones negras de sesquioxido de hierro.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'7	26'8	44'7	14'2	15'3
2	1'3	25'5	33'0	13'1	30'2
3	2'0	29'1	23'9	12'6	36'1

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO Ca</u> 3	<u>pH</u>
1	1'4	11'9	0'0	5'2
2	0'5	13'6	0'0	4'8
3	0'2	13'6	0'0	5'0

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'23	5'0	625	10500
2	0'28	10'0	62	14000
3	<u>0'63</u>	<u>8'5</u>	<u>1000</u>	<u>29050</u>
Valor medio	0'38	7'8	262	17850

El contenido en molibdeno y hierro aumenta con la profundidad. El cobre se acumula en el horizonte segundo, mientras que los valores más altos de manganeso se presentan en las muestras primera y última del perfil la de mayor actividad biológica y la más arcillosa respectivamente.

PERFIL XXII

Situación.- En las Puercas muy cerca del kilómetro 4; en la nueva carretera a la presa de Orellana. En el término de D. Benito.

Altitud.- 280 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Sedimentos pliocenos

Vegetación.- Encinar y pasto

Tipo de suelo.- Alóctono de grava

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10	Color gris verdoso. Textura areno-limosa y estructura suelta y granular, granitos de unos 2mm. de diámetro. Se observan numerosas raicillas. Este horizonte está en parte erosionado.
2	10-50	Color pardo amarillento. La transición con el horizonte anterior es abrupta y en cambio con el siguiente es muy difusa. La textura también es areno-limosa pero la estructura se hace poliédrica friable. La penetrabilidad para las raíces es buena. Se observan muchísimas concreciones redondeadas de óxido de hierro.
3	50-130	Color como el del horizonte anterior. Textura arcillo-arenosa con estructura compacta de tipo poliédrica sub angular. También se observan muchas concreciones redondas de óxido de hierro. Este material da la sensación de proceder de alteración de pizarras. En este horizonte aparecen aun que escasos cantos rodados.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
4	Mas de 130	Muchísimos cantos rodados cementados con arcilla. Es posible que estos cantos no tengan ninguna relación con la formación del suelo.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'6	17'0	56'7	15'0	10'4
2	1'0	12'0	56'7	14'0	18'1
3	3'8	7'5	21'1	9'1	64'0
4	3'7	15'7	15'6	10'2	59'7

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	2'7	13'6	0'0	5'8
2	0'0	12'4	0'0	4'7
3	0'0	29'7	Ind.	6'5
4	-	27'2	5'9	7'5

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'25	1'3	300	13250
2	0'26	2'3	80	15625
3	0'15	4'0	235	13800
4	<u>0'48</u>	<u>6'2</u>	<u>42</u>	<u>6937</u>
Valor medio	0'29	3'5	164	12403

El contenido en arcilla en este perfil aumenta con la profundidad hasta el tercer horizonte. La proporción de cobre aumenta a lo largo del perfil. El horizonte uno manifiesta el mayor contenido de materia orgánica así como en hierro, molibdeno y manganeso. Este último elemento de nuevo se eleva en el horizonte tercero, mientras que el hierro lo hace en el segundo. En el único horizonte que contiene carbonato en cantidades apreciables, el cuarto, se presenta la mayor proporción de molibdeno.

PERFIL XXIII

Situación.- En la Cañada de Medellín a la estación de Medellín, a un kilómetro aproximadamente de esta, en el término de Medellín.

Altitud.- 250 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Arenas cuaternarias

Vegetación.- Viñedo

Tipo de suelo.- Arenal

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-100	El color en estado seco es pardo pálido. Horizonte muy arenoso suelto y sin estructura. Buena permeabilidad y penetrabilidad para las raíces.
2	Mas de 100	Color pardo. Textura areno-arcillosa y estructura algo compacta y con cierto desarrollo. Horizonte mucho menos permeable que el anterior. Se observan manchas rojizas de gley.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'1	77'5	19'8	1'0	1'7
2	1'7	33'0	36'6	9'8	21'7

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO</u> <u>Ca</u> 3	<u>pH</u>
1	0'2	7'4	0'0	5'8
2	-	16'0	0'0	5'9

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'15	2'0	20	4260
2	<u>0'23</u>	<u>1'0</u>	<u>215</u>	<u>17000</u>
Valor medio	0'19	1'5	118	10631

Se observa un mayor contenido en arcilla en el horizonte dos. El hierro, manganeso y molibdeno se acumulan en este horizonte. El valor de cobre, sin embargo presenta una ligera disminución.

MUESTRAS DE LA ZONA NORTE

PERFIL XXXIV

Situación.- En la carretera de la Virgen de la Peña a Riocorbo, a unos 600 metros antes del pueblo de Riaño de Ibio y a mano izquierda (Santander).

Inclinación.- 25 por ciento. Terrenos suavemente ondulados

Caracteres Geológicos.- Máfico

Vegetación.- Prado permanente

Tipo de suelo.- Rensina. Perfil muy localizado

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-25.A.	Color pardo negruzco areno-limoso, estructura grumosa, abundante materia orgánica y muchos restos de raíces. Este horizonte descansa directamente sobre la roca madre.
2	Mas de 25.C.	Roca caliza formando estratos con buzamiento casi vertical.

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.cale.</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
2	40'5	1'7	4'0	54'0	0'48	ind.

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	9'7	-	0'0	7
2	-	-	96'4	-

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'80	25'0	1180	30000
2	<u>0'25</u>	<u>4'8</u>	<u>50</u>	<u>1250</u>
Valor medio	0'80	25'0	1180	30000

Naturaleza de la arcilla caolinita e illita.

Se observa un enriquecimiento considerable de todos los elementos estudiados en la capa de humus con respecto a la roca originaria.

PERFIL XXV

Situación.- En la carretera de Gabezón de la Sal a Reinosa por Cabuerniga y a 750 metros; frente al kilómetro 16500, a mano derecha (Santander).

Inclinación.- Más del 25 por ciento. Muy inclinado.

Caracteres Geológicos.- Infracretácico (Wealdense)

Vegetación.- Bosque de robles con material de tojo y helechos.

Tipo de suelo.- Ranker

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-12A	Color pardo oscuro, suelto y grueso con abundante materia orgánica. Muy permeable y con buena penetrabilidad para las raíces. Estas abundan así como restos de deyecciones de la fauna del suelo.
2	Mas de 12-C	Roca arenisca

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P. cal.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
2	1'3	95'8	1'9	0'2	ind.	0'32	ind.

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	18'5	-	0'0	4'2

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'72	6'8	84	9000
2	<u>0'09</u>	<u>10'5</u>	<u>24</u>	<u>2300</u>
Valor medio	0'72	6'8	84	9000

La roca original es arenisca con mas de un 95 por ciento de SiO_2 y con una cantidad muy baja de molibdeno y manganeso. Todos los elementos, excepto el cobre, se han acumulado en el horizonte A, muy rico en materia orgánica. El cobre debido a las condiciones ácidas ha sido particularmente lavado.

PERFIL XXVI

Situación.- En la carretera de Burgos a Santander, 500 metros antes de llegar al puerto de Los Tor- nos, a mano izquierda (Santander).

Altitud.- 918 metros

Inclinación.- 10 por ciento

Caracteres Geológicos.- Cretácico inferior; piso Wealdense

Vegetación.- Argomas (*Ulex europaeus*) y brezos (*Erica ci- marea*).

Tipo de suelo.- Ranker

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10A ₀	Color negro. Horizonte formado fun- damentalmente por un fieltro de raí- ces y por un material muy arenoso. Permeabilidad muy rápida.
2	10-25A ₁	Color gris oscuro. Horizonte muy arenoso y en el que se observan granos de cuarzo lavados; sin tran- sición se pasa a la roca madre.
3	Mas de 25.C.	Roca arenisca blanca

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Grasa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	3'0	28'9	28'7	17'6	17'8
2	1'7	50'4	28'7	6'4	7'8

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.calco.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
3	2'6	91'7	0'6	0'3	0'7	0'2	0'2

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Organica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	-	39'8	0'0	4'5
2	12'0	38'3	0'0	4'5
3	-	-	0'0	-

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'33	9'2	20	4200
2	0'12	3'0	<10	800
3	<u>0'04</u>	<u>2'7</u>	<u>20</u>	<u>150</u>
Valor medio	0'23	6'1	15	2500

El horizonte A₀ del suelo presenta un contenido en arcilla muy superior al A₁. En el horizonte primero se acumulan el hierro, cobre y molibdeno. Los contenidos de estos elementos son inferiores en la roca que en el suelo. El manganeso, sin embargo, sus valores más altos los manifiesta en el primer horizonte y en la roca madre.

PERFIL XXVII

Situación.- En la carretera de Piedras Luengas, a Cervera del Pisuerga en el Km. 362 a la derecha de la carretera (Santander).

Altitud.- 920 metros

Caracteres Geológicos.- Arenisca y pizarra del carbonífero.

Vegetación.- Robledal bastante espeso de varios kilómetros. Avellano.

Tipo de suelo.- Tierra parda.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10(A ₁)	Color pardo oscuro con hojas de roble.
2	15-20(B)	Color pardo claro. La estructura de este horizonte está atravesada por raíces de roble.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	0'7	7'7	38'6	20'5	24'9
2	6'3	6'4	41'3	25'6	24'3

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>N.Organica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	4'8	41'2	0'0	6'3
2	4'3	39'9	0'0	6'1

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	1'75	17'0	856	29000
2	<u>0'72</u>	<u>6'0</u>	<u>238</u>	<u>6750</u>
Valor medio	1'23	11'5	547	17875

Se observa que todos los elementos presentan la zona de enriquecimiento en el horizonte A₁ del perfil.

PERFIL XXVIII

Stinación.- En la cafretera de la Hermida en el Km. 7

(Santander).

Inclinación.- Superior a 25 por ciento

Caracteres Geológicos.- Infracretácico

Vegetación.- Matorral de tojo y helecho

Tipo de suelo.- Tierra parda

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-5A	Color oscuro rico en materia orgánica con estructura migajosa fácilmente desmenuzable y permeable.
2	5-25B ₁	Color ocre oscuro limoso, pobre en materia orgánica. Estructura granular permeable y con abundantes raíces. Engloba algún trozo de arenisca.
3	25-60B ₂	Color ocre claro, más seco y pobre en materia orgánica que el anterior. Areno-limoso con buena permeabilidad y sin raíces casi. Engloba abundantes trozos de areniscas.
4	Mas de 60C	Roca madre fundamentalmente arenisca.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruasa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	4'3	7'9	29'5	19'7	30'3
2	2'9	8'6	31'8	24'8	29'4
3	1'6	11'4	32'7	25'4	30'2

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	11'8	52'8	0'0	4'8
2	4'3	30'9	0'0	4'7
3	1'0	18'0	0'0	5'1

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.calc.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
4	2'8	83'3	7'0	4'4	ind.	0'4	0'7

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'50	4'3	252	1700
2	0'68	2'3	40	6500
3	0'68	14'0	90	6000
4	<u>0'23</u>	<u>15'0</u>	<u><10</u>	<u>3250</u>
Valor medio	0'62	6'9	127	4733

La arenisca sobre la que se ha desarrollado este suelo, contiene una cantidad muy baja de manganeso que no llega al límite de la sensibilidad, del método analítico utilizado; en cambio el suelo contiene cantidades apreciables especialmente en el horizonte de humus, en el que

se acusa un enriquecimiento notable favorecido por la elevada proporción de coloides orgánicos e inorgánicos. Todo el suelo es rico en arcilla en el que predomina la illita con algo de caolinita. El hierro se acumula en los horizontes E, debido a su menor cantidad de materia organica reductora en este medio ácido. En los mismos horizontes E, se ha enriquecido el molibdeno junto con el hierro. De nuevo encontramos que el cobre en medio ácido se lava y por esto el suelo es más pobre que la roca en este elemento.

PERFIL XXIX

Situación.— En la carretera de Gabezón de la Sal a Reinososa por Cabuérniga en el Km. 18800 (Santander).

Inclinación.— Superior al 25 por ciento

Caracteres Geológicos.— Infracretácico (Wealdense). Arenisca.

Vegetación.— Matorral de brezo (*Erica arborea*), argoma (*Ulex europaeus*) y helechos.

Tipo de suelo.— Tierra parda. El material procede en parte del arrastre de la ladera y por ello está bastante mezclado y con abundantes aglomerados de fragmentos de roca.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-8A ₀	Horizonte constituido por fieltro vegetal.
2	8-22A ₁	Color pardo arenoso con estructura migajosa, permeable y con contenido medio en materia orgánica. Posee abundantes raíces y cavidades.
3	22-60B ₁	Color algo más claro que el anterior, areno-limoso, más pobre en materia orgánica y mayor penetración de las raíces.
4	60-120B ₂	Color gris claro limoso y seco. La estructura en pequeños bloques y con abundantes poros.
5	Más de 120C	Roca madre. Arenisca y muy descompuesta.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Edmo</u>	<u>Árcilla</u>
1	-	24'9	21'4	27'7	16'8
2	-	27'6	22'1	30'7	16'8
3	-	27'3	22'9	31'2	16'5

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.calco.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
4	0'9	96'4	0'9	0'1	ind.	ind.	0

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	19'9	36'0	0'0	5'3
2	2'5	27'0	0'0	4'8
3	1'7	21'9	0'0	4'9
4	0'7	16'7	0'0	5'2

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mn</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'23	5'5	200	10500
2	0'48	6'5	200	2800
3	0'42	4'0	90	9500
4	0'64	8'0	68	3500
5	<u>0'04</u>	<u>26'8</u>	<u>40</u>	<u>2500</u>
Valor medio	0'44	6'0	140	6575

La proporción de arcilla no varía a lo largo de este perfil. La materia orgánica decrece notablemente con la profundidad y paralelamente el manganeso. El cobre crece con la profundidad por ser el pH favorable para su lavado, excepto en el horizonte B₁ que presenta un descenso; algo análogo le sucede al molibdeno. El hierro presenta sus máximos en los horizontes A₀ y B₁. Todos los oligoelementos se enriquecen en el suelo con relación a la roca madre, manifestando el cobre una acumulación considerable en ésta.

PERFIL XXX

Situación.— En el camino que conduce a Aja a unos metros de su confluencia con la carretera de Gándara a Ramales (Santander).

Altitud.— 480 metros

Inclinación.— 20 por ciento

Caracteres Geológicos.— Cretácico inferior; Wealdense; facies areniscosas

Vegetación.— Matorral de argoma y brezo con helechos

Tipo de suelo.— Tierra parda

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10A ₀	Color pardo oscuro. Arenoso suelto muy permeable y rico en materia orgánica raíces y deyecciones.
2	10-25B ₁	Color pardo amarillento oscuro. Textura areno-limosa, estructura algo porosa que se hace un poco compacta cuando el suelo está seco; al mismo tiempo se observa cierta diferencia en poliedros pequeños. Las raíces penetran bien.
3	25-80B ₂	Color pardo amarillento. Horizonte con textura limo-arenosa y estructura más compacta que la del horizonte B ₁ y de tipo poliédrico que se hace bastante densa al secarse. Las raíces también penetran bien. Engloba algún trozo de arenisca.
4	Mas de 800 Roca madre arenisca.	

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruasa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	2'3	9'6	49'3	19'9	17'4
2	1'2	10'1	50'7	22'1	16'3
3	1'4	7'0	42'0	22'9	28'4

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.calc</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
4	1'3	93'1	1'2	3'6	ind.	ind.	0'3

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánicas</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	13'0	34'4	0'0	5'6
2	3'7	23'0	0'0	4'8
3	0'7	17'9	0'0	4'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'33	2'7	20	8700
2	0'12	3'0	<10	11000
3	0'18	3'7	22	7000
4	<u>0'24</u>	<u>19'5</u>	<u>74</u>	<u>19500</u>
Valor medio	0'21	3'1	17	8900

El contenido en arcilla más elevado lo presenta el horizonte tercero. El cobre, manganeso y molibdeno aumentan con la profundidad presentando una excepción el manganeso en el horizonte 2, y el molibdeno en el uno, el de mayor contenido en materia orgánica. Excepto el molibdeno todos los elementos están enriquecidos en la roca.

PERFIL XXXI

Situación.- En la carretera de Arredondo al Portillo de la

Sía en el Km. 14400 y a mano derecha (Santander).

Altitud.- 820 metros

Inclinación.- 15 por ciento

Caracteres Geológicos.- Cretácico inferior. Wealdense. Facies arenisca.

Vegetación.- La vegetación se halla formada por la banda del metocricetum con *Ulex europaeus*, *Erica cinerea*, *Potentilla montana*, *Tancredium Scorodonia*..etc. y *Pteris aquilina* (helechos).

Tipo de suelo.- Tierra parda podsolizada.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	10-30A ₁	Color pardo muy oscuro. Muy rico en materia orgánica aunque también rico en raíces. La textura del material es arenosa y suelta. Comprende trozos de areniscas. La transición con el horizonte A ₂ es abrupta.
2	30-40A ₂	Color gris claro. Horizonte de eluvación, muy arenoso. Contiene también trozos de areniscas y aún observamos raíces.
3	40-50B ₁	Horizonte de transición no definido.
4	50-80B _{2s}	Color rojo y amarillento. Horizonte de enriquecimiento de sesquióxidos. Tiene textura areno-limosa y es algo compacto con estructura del tipo poliedrico. Su transición al horizonte A ₂ es abrupta y al C algo más gradual.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
5	B _{2h}	Color negro. Textura arenosa. Realmen no hay formación de un horizonte de <u>en</u> riquecimiento en humus, sino que en la masa del horizonte B _{2h} , aparecen irregularmente distribuidas, aisladas entre sí y de tamaño variable, aunque por lo general pequeñas, unas bolsadas o lentejones de este material negro y arenoso, que bien pueden ser restos <u>an</u> tigos de raíces ya humificados.
6		Mas de 80C Roca madre, arenisca de tonos amarillen tos.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	1'7	8'7	71'4	10'3	6'5
2	0'3	7'6	79'1	9'4	3'0
3	2'8	3'7	66'2	15'4	13'7
4	1'4	3'9	70'0	12'2	14'6
5	0'5	3'9	76'6	8'5	8'8

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.cal.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
6	2'9	91'3	2'5	2'3	ind.	ind.	0'5

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>N. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	14'2	37'0	0'0	6'2
2	1'6	12'8	0'0	5'3
3	6'5	42'0	0'0	6'9
4	1'7	23'0	0'0	6'2
5	0'9	23'0	0'0	6'1

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'50	4'0	120	2700
2	0'62	3'5	120	3550
3	0'46	4'0	30	16500
4	0'52	5'5	360	18400
5	<u>0'22</u>	<u>2'3</u>	<u>750</u>	<u>5600</u>
Valor medio	0'46	3'9	276	9350

En este perfil se observa una zona de acumulación ligera de arcilla en los horizontes tercero y cuarto. El hierro presenta sus valores mas altos con la arcilla. El cobre aparece con valores muy parecidos a lo largo del perfil, presentando su mínimo en el horizonte B_{2h}. El manganeso aumenta

con la profundidad excepto en el horizonte tercero en el que disminuye notablemente. La materia orgánica, después de un máximo en el horizonte A_1 , manifiesta una zona de acumulación en el horizonte tercero. Por último los valores de molibdeno son bastante irregulares.

PERFIL XXXII

Situación.- A unos 500 metros al suroeste del Caserío del

Viscorro (Santander).

Inclinación.- 20 por ciento

Caracteres Geológicos.- Infracretácico

Vegetación.- Prado permanente

Tipo de suelo.- Terra fusca, parcialmente erosionada.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-15-A ₀ -B ₁	Color ocre, constituido por materia orgánica poco descompuesta y restos vegetales y por un suelo limo-arenoso de estructura granular y descalcificado. Abundan las raíces.
2	15-50-B ₂	Color ocre intenso, limoso estructura poliédrica y aspecto lustroso, bastante compacto y pobre en materia orgánica.
3	Mas de 50-C	Roca caliza

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	-	4'4	34'2	27'2	28'7
2	-	10'1	10'8	24'7	46'3

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.calc.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
3	40'7	7'8	2'3	2'8	34'4	9'4	

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	9'9	43'8	0'0	5'9
2	4'5	43'8	0'0	6'9
3	-	-	94'7	-

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'84	14'5	650	17500
2	0'92	18'5	1096	45000
3	<u>0'12</u>	<u>20'0</u>	<u>260</u>	<u>20000</u>
Valor medio	0'88	16'5	873	31250

Naturaleza de la arcilla: caolinita e illita con mayor proporción de ésta.

En el horizonte B₂ se acumulan todos los elementos estudiados, hecho explicable por ser este horizonte el que presenta una proporción de arcilla mayor. La acumulación de hierro y manganeso induce al mismo tiempo al molibdeno a concentrarse en esta zona. El cobre es el único que se halla en cantidad mayor en la roca que en el suelo, por ser este elemento movilizado en medio ácido.

PERFIL XXXIII

Situación.- En la carretera de Solares a Ramales por Arredondo y a mano izquierda en el Km. 25800 (Santander).

Altitud.- 200 metros

Inclinación.- 25 por ciento

Caracteres Geológicos.- Infracretácico. Piso aptiense, facies caliza.

Vegetación.- *Ulex europaeus*, *Erica vagans*, gramíneas de los géneros. *Festuca*, *Agrostis* y *Poa* y en las grietas de la roca caliza, *Genisca Scorpius*.

Tipo de suelo.- Terra fusca erosionada.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-5-A	Color pardo oscuro. Textura limo-arenosa. Estructura suelta y granular. Regular materia orgánica.
2	5-10A/B ₁	Color pardo. Textura limosa. Poca materia orgánica.
3	10-20B ₁	Color pardo. Textura limearcillosa. Permeabilidad lenta. Engloba, al igual que el horizonte siguiente pequeños trozos de caliza angulosos y de unos 4 a 5 cm. de arista.
4	20-40-B ₂	Color pardo-rojizo. Textura arcillo-limosa. Estructura poliédrica subangular débilmente desarrollada. También con trozos de caliza poco permeable. Todo el perfil se halla descalcificado.
5	Mas de 40C	Roca caliza gris con numerosas diaclasas y recristalizaciones exagonales.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Deseo.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	2'3	6'7	41'5	21'4	29'1
2	2'1	8'4	42'3	21'1	28'2
3	2'1	10'4	39'4	24'0	26'1
4	2'5	10'2	34'5	21'4	29'5

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.calc.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
5	42'5	2'4	0'4	0'5	54'9	0'3	ind.

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Organica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	-	28'3	-	7'2
2	5'3	38'6	ind.	7'2
3	4'0	21'9	-	7'5
4	3'0	20'6	-	7'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	-	-	-	-
2	2'00	7'0	264	18500
3	2'40	9'5	328	24000
4	1'84	6'2	364	17000
5	<u>1'20</u>	<u>3'5</u>	<u>18</u>	<u>300</u>
Valor medio del suelo	2'08	7'6	319	19833

En los tres horizontes de suelo se observa que la materia orgánica disminuye con la profundidad y también la proporción de arcilla baja de forma apreciable, en cambio el pH aumenta regularmente al aproximarse a la roca caliza.

El hierro se acumula en el horizonte segundo mientras que el manganeso aumenta de forma regular con la profundidad. En estas condiciones es natural que encontremos la mayor proporción de molibdeno, en el horizonte B₁, y una cantidad elevada en el A/B. También el cobre presenta una zona de acumulación en B₁. Todos los elementos estudiados se han enriquecido en el suelo con respecto a la roca.

PERFIL XXXIV

Situación.- En las inmediaciones de Fuenterrabía (Guipúzcoa).

Altitud.- 50 metros

Inclinación.- 5 por ciento. Orientación norte.

Caracteres Geológicos.- Eoceno

Vegetación.- Prado de Ulex, Erica Calluna como dominantes

Tipo de suelo.- Entre Ranker distrófico hacia terra parda
oligotrófica, formada sobre sedimentos que
le dan profundidad.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-8A ₀	Color pardo oscuro. Humus con filgro de vegetación, enraizamiento actual. Arena lavada suelta, moder distrófico estructura granular.
2	8-40A ₁	Color pardo oscuro. Arena limosa enraizamiento, estructura granular.
3	40-60A ₁ /B	Horizonte de transición. Estructura granular. Humus difuso.
4	60-80A/A ₁	Horizonte de transición. Arena lavada. Alteraciones limoníticas actuales, coquedades de raíces de antiguo roble-dal.
5	80-110C ₁	Contiene arenisca alterada.
6	Mas de 110C	Roca madre

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Grasa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	1'7	31'9	35'0	11'0	17'1
2	1'5	30'5	35'5	11'0	17'5
3	1'5	39'7	29'7	13'9	15'6
4	1'0	32'2	34'9	15'1	16'8
5	0'9	31'0	36'7	14'1	17'8

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>P.calc.</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
6	-	91'9	2'3	1'5	0'4	ind.	0'3

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	6'2	27'8	0'0	4'8
2	4'0	29'2	0'0	5'1
3	2'4	-	0'0	4'5
4	0'8	21'2	0'0	5'1
5	0'6	15'9	0'0	5'2

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'13	4'0	30	2750
2	0'80	9'5	20	4750
3	0'67	5'0	20	4500
4	0'98	11'5	80	5750
5	0'40	9'5	30	6250
6	<u>0'18</u>	<u>9'0</u>	<u>25</u>	<u>2040</u>
Valor medio	0'60	7'9	36	4800

del suelo

Prácticamente a lo largo del perfil no varía la proporción de arcilla. La materia orgánica disminuye con la profundidad. En el cuarto horizonte presenta sus valores máximos el manganeso, molibdeno y cobre. El hierro sin embargo aumenta con la profundidad en el perfil del suelo y presenta su valor mínimo en la roca.

PERFIL XXXV

Situación.- En las proximidades de Jaizquibel, pasado Guadalupe (Guipúzcoa).

Altitud.- 290 metros

Inclinación.- Llano

Caracteres Geológicos.- Eoceno marino

Vegetación.- Pinos y Ulex, Erica Calluna como dominantes.

Tipo de suelo.- Ranker distrófico hacia tierra parda oligotrófica.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10-A ₀	Horizonte de humus
2	10-25-A ₁	Color pardo oscuro; estructura granular, areno-limosa con enraizamiento.
3	25-80	Color sanguíneo. Capa arcillosa de oxidación.
4	80-100	Color azulado oscuro capa arcillosa de reducción.
5	Más de 100	Sigue un horizonte arenoso permeable, que al llegar a formación compacto da concreciones de MnO ₂ .

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Grasa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	1'2	40'3	36'6	7'6	11'2
2	1'1	39'4	36'6	8'2	12'5
3	1'8	1'2	27'4	24'0	43'4
4	1'1	19'8	39'7	14'9	26'5
5	0'4	38'7	46'6	5'9	8'7

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	3'1	50'4	0'0	4'2
2	1'9	21'2	0'0	4'3
3	0'3	22'5	0'0	4'2
4	0'4	21'2	0'0	4'3
5	0'3	9'3	0'0	4'6

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'43	3'0	<10	3240
2	0'41	2'0	<10	3400
3	0'20	31'0	979	16500
4	0'05	4'0	<10	5500
5	<u>0'05</u>	<u>7'2</u>	<u>50</u>	<u>970</u>
Valor medio	0'23	9'4	212	5922

Se observa una marcada zona de enriquecimiento de arcilla en la muestra tercera del perfil. En este horizonte todos los elementos excepto el molibdeno presentan sus valores máximos sufriendo a lo largo del perfil un ascenso y descenso paralelos con la arcilla. El cobre y manganeso aumentan ligeramente en el último horizonte.

PERFIL XXXVI

Situación.- En la carretera de Mondragon a Durango (Vizcaya).

Altitud.- 350 metros

Inclinación.- Irregular

Caracteres Geológicos.- Eocretácico, calizas aptenses

Vegetación.- Q. illex arlentus unedo

Tipo de suelo.- Terra fusca típica

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-8	Color pardo con materia orgánica
2	8-25	Color pardo rojizo con ciertas tonalidades: no es homogéneo.
3	25-40	Color rojizo, este horizonte ya es compacto y homogéneo.
4	Mas de 60	Roca madre

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Grasa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	2'5	11'0	21'1	28'8	40'8
2	2'3	14'0	19'8	19'8	39'2
3	2'0	10'7	18'5	18'5	44'3

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
4	5'2	0'4	3'2	51'0	ind.	0'2

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	4'1	25'2	0'0	7'0
2	2'1	23'9	0'0	6'9
3	1'1	25'2	-	6'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'10	72'5	4000	40000
2	0'15	81'0	1350	35800
3	2'20	61'5	2800	36000
4	<u>0'45</u>	<u>4'7</u>	<u>460</u>	<u>6250</u>
Valor medio	0'82	71'6	2716	37267

del suelo

Todo este suelo es muy arcilloso y con un pH próximo a la neutralidad, presenta unos contenidos muy elevados en manganeso, cobre y hierro. Todos los oligoelementos se hallan en proporción mayor en el suelo que en la roca.

PERFIL XXXVII

Situación.- A unos 300 metros del Santuario de S. Antonio de Urquiola en la carretera a Ambite (Vizcaya).

Altitud.- 780 metros. Hacia el Sur-noroeste

Inclinación.- 12 por ciento

Caracteres Geológicos.- Soliflucción, cantos de la roca madre desordenados en la masa plástica.

Vegetación.- Erica - Ulex

Tipo de suelo.- Ranker gris

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-12(A ₀)	Color gris oscuro, masa de fieltro de vegetación.
2	12-30(A ₁)	Color gris oscuro, es un horizonte homogéneo y solo difiere del anterior por la masa de raíces.
3	Mas de 30	Color gris amarillento impermeable. Roca madre.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	3'9	23'4	33'0	13'7	9'8
2	4'6	20'0	34'3	16'6	8'9

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
3	85'0	4'9	3'2	ind.	ind.	0'4

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	17'0	53'0	0'0	3'8
2	22'9	63'6	0'0	4'0

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Ca</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'50	3'0	17	1625
2	0'29	3'0	<10	1100
3	<u>0'42</u>	<u>24'5</u>	<u>12</u>	<u>6240</u>
Valor medio	0'40	3'0	14	1563

del suelo

En el perfil, la arcilla presenta valores semejantes en ambos horizontes. En el segundo el contenido en materia orgánica se eleva, mientras que los oligoelementos disminuyen en valor, presentándose los valores máximos de cobre y hierro en la roca madre.

PERFIL XXXVIII

Situación.- En la carretera de Sónnica a Palencia, la cantera de arenas, en el Alto Umbe, frente al edif. nº 68 (Vizcaya).

Altitud.- 150 metros

Caracteres Geológicos.- Areniscas. Eoceno continental

Vegetación.- Ulex - Erica

Tipo de suelo.- Podsol-férrico-húmico

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10(A ₁)	Color negruzco grisáceo con abundante arena lavada, muy suelto.
2	10-40(A ₂)	Arena lavada con escasa grava. Color ceniciento; arena fina muy bien calibrada. Se usa esta arena en fundición.
3	40-50(B _h)	Color más oscuro que el A ₁ . Estructura bastante suelta, algo grumosa. Se encuentra como arenisca impregnada en humus y depositado entre las hojas.
4	45-70(Bs/C ₁)	Horizonte de transición
5	-	Arenisca de A ₂ lavada
6	Debajo de 70	Horizonte C

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	1'6	45'1	35'1	5'3	2'9
2	0'1	42'5	51'0	5'0	1'8
3	3'1	45'4	26'8	4'9	19'4
4	1'5	28'7	53'3	3'1	13'1
5	0'1	60'8	34'7	2'2	2'2

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
6	94'6	1'0	4'8	ind.	ind.	0'4

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M.Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	11'0	26'5	0'0	4'8
2	1'2	9'3	0'0	4'1
3	7'9	42'4	0'0	4'6
4	3'0	31'8	0'0	4'6
5	0'3	9'3	0'0	5'7

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'30	5'0	13	300
2	0'30	4'5	10	100
3	0'42	1	10	1150
4	0'30	2'0	10	1400
5	0'30	2'5	18	1400
6	<u>0'18</u>	<u>1'0</u>	<u>10</u>	<u>1714</u>
Valor medio del suelo	0'32	3'0	12	870

Se observa en este perfil una clara zona de enriquecimiento arcilloso en los horizontes tercero y cuarto, así como de hierro, molibdeno y materia orgánica. En cambio el manganeso se empobrece en esta zona quizá debido a un medio ácido y reductor en el que fácilmente movilizable. De todas formas los resultados de manganeso son muy bajos. El cobre se manifiesta de forma irregular a lo largo del perfil.

PERFIL XXXIX

Situación.- En la inmediaciones de Urquiola (Vizcaya) unos 500 metros al norte de la muestra anterior, ladera Norte.

Altitud.- 760 metros

Inclinación.- 30 por ciento

Caracteres Geológicos.- Areniscas del cretácico

Vegetación.- Hayedo, helechos, musgos, Fagus silvática, Q. robener.

Tipo de suelo.- Tierra parda poco desarrollada.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-5(A ₀)	Color pardo grisáceo, hay una zona de transición.
2	10-20(B)	Color pardo ocre. Arena fina algo limosa.
3	C	Roca madre.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	1'9	21'3	41'9	15'8	13'2
2	1'5	18'3	42'7	19'2	17'7

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
3	91'4	1'1	1'1	0'2	ind.	0'3

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂Ca</u>	<u>pH</u>
1	9'1	33'1	0'0	3'8
2	4'1	26'5	0'0	3'8
3	-	26'5	0'0	4'9

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'48	3'5	14	988
2	1'38	4'0	17	5500
3	<u>0'42</u>	<u>26'0</u>	<u>29</u>	<u>6350</u>
Valor medio del suelo	0'43	3'8	16	3244

Los valores de manganeso, cobre y hierro crecen paralelos con la arcilla y profundidad. El molibdeno, su máximo valor, lo acusa en el horizonte uno, así como también la materia orgánica. El suelo es más pobre en manganeso, cobre y hierro que la roca, en cambio el molibdeno se halla en la misma proporción.

PERFIL XL

Situación.- En el puerto de los Tornos (Santander).

Altitud.- 918 metros

Caracteres Geológicos.- Cretácico-arenisca

Vegetación.- Ulex-Erica

Tipo de suelo.- Ranker sobre arenisca

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-15(A)	Horizonte formado por arenisca alterada, intercalada entre las hojas.
2	15-30(H)	Horizonte de areniscas, lavado
3	Mas de 60	Horizonte C. La parte superior fieltro de vegetación con bastante arena, estructura de grano simple.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	2'8	34'3	27'1	15'6	23'4
2	2'0	49'9	26'9	9'1	6'2

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
3	91'2	2'2	1'4	ind.	ind.	0'7

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO</u> <u>Ca</u> 3	<u>pH</u>
1	13'2	39'7	0'0	4'0
2	9'7	38'4	0'0	4'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'29	0'1	20	1300
2	0'25	4'5	<10	615
3	<u>0'47</u>	<u>2'0</u>	<u><10</u>	<u>67</u>
Valor medio del suelo	0'27	2'3	15	956

En este perfil el mayor contenido en arcilla lo manifiesta el horizonte uno y en él se acumulan todos los oligoelementos excepto cobre, ya que en medio ácido es movilizado y la mayor proporción se encuentra en el segundo horizonte. El hierro y manganeso se empobrecen en la roca mientras que el molibdeno alcanza aquí su máximo valor.

PERFIL XII

Situación.- Carretera de Pravia a Avilés (Asturias)

Caracteres Geológicos.- Permotrias, arenisca

Vegetación.- Eucaliptos; más allá pinos

Tipo de suelo.- Podsol férrico. Humus ast.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	0-10(A ₀)	Color negro grisáceo. Muy suelto, granos sueltos, libres. Presenta una zona de enriquecimiento de <u>so</u> to-bosque, con escasa cantidad de gravas redondeadas.
2	15-30(A ₁)	Muy parecido al horizonte anterior algo estructurado, grumos que se deshacen con facilidad.
3	30-70(A ₂)	Color gris ceniciento, formados por arena fina, sin estructura espesor variable con más grava hacia el límite inferior.
4	70-80(B _n)	Color negro más oscuro que el horizonte A ₁ , en algunas zonas más difuso, descansando sobre el nivel de arenas y cantos rodados sueltos, con arena lavada.
5	80-110(B _n /C ₁)	Color ocre claro, ligeramente rojizo. Algo compacto sin estructura.
6	Más de 110	Roca madre

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	2'0	25'1	49'6	7'7	9'7
2	1'6	24'9	53'0	7'8	8'9
3	0'1	29'4	50'0	7'9	1'2
4	0'8	31'8	52'4	6'1	8'0
5	2'0	33'2	39'2	7'0	18'5

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
6	94'9	0'8	0'3	ind.	ind.	0'9

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>N.Orgánica</u>	<u>C.O.</u>	<u>CO₃Ca</u>	<u>pH</u>
1	7'4	36'0	0'0	6'3
2	5'7	30'9	0'0	6'4
3	0'7	12'9	0'0	6'8
4	1'9	-	0'0	5'4
5	1'9	33'5	0'0	5'8

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'47	3'0	128	2600
2	0'42	1'0	14	520
3	0'30	6'8	13	50
4	0'45	3'5	<10	288
5	0'58	6'0	10	2700
6	<u>0'25</u>	<u>3'0</u>	<u><10</u>	<u>125</u>
Valor medio	0'44	4'1	35	1233

En el tercer horizonte de este perfil se presenta una zona clara de lavado que se manifiesta por unos valores mínimos de arcilla, materia orgánica, molibdeno y hierro; en cambio el manganeso que da un valor bajo en este horizonte, sigue disminuyendo en el inmediato inferior. El cobre ofrece su valor máximo en el punto de mayor pH. Todos los oligoelementos se hallan en mayor cantidad en el suelo que en la roca.

PERFIL XLII

Situación.- Puerto de Pajares (Asturias)

Altitud.- 1376 metros

Inclinación.- 10 por ciento

Caracteres Geológicos.- Cuarcita y arenisca férrica del devónico.

Vegetación.- Brezal. Erica Ulex

Tipo de suelo.- Tierra parda podsolizada.

<u>Muestra</u>	<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
1	5-15(A ₀)	Color pardo oscuro, afieltrado con algo de arena. Arenoso pardo oscuro estructura, granular con muchas raíces.
2	15-25(A ₁)	Color gris claro, con grava multitud de guijarros no rodados. Bastante compacto algo difuminado hacia el superior y el inferior.
3	25-50(B _s)	Color ocre, menos grava que en el anterior, infiltración de humus insignificante. Algo suelto.
4	Más de 60	Roca madre.

Análisis mecánico

<u>Muestra</u>	<u>P.Desc.</u>	<u>Ar.Gruesa</u>	<u>Ar.Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
1	2'7	21'7	41'3	14'0	7'4
2	0'8	30'2	43'2	43'2	7'4
3	3'6	19'2	29'1	29'1	29'5

Análisis químico

<u>Muestra</u>	<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>TiO₂</u>
4	94'0	0'9	0'5	ind.	ind.	ind.

Otras determinaciones

<u>Muestra</u>	<u>M. Orgánica</u>	<u>C.C.</u>	<u>CO₂ Ca</u>	<u>pH</u>
1	15'7	46'3	0'0	4'4
2	2'9	27'3	0'0	4'7
3	4'1	45'0	0'0	5'0

Análisis de Oligoelementos

<u>Muestra</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
1	0'58	6'0	10	280
2	0'23	6'8	13	35
3	1'12	5'0	31	13000
4	<u>0'01</u>	<u>2'5</u>	<u>18</u>	<u>8000</u>
Valor medio del suelo	0'64	5'9	18	4458

La muestra número tres presenta una acumulación de arcilla. En este horizonte se enriquecen el manganeso hierro y molibdeno. El cobre prácticamente disminuye con la profundidad. En la roca descienden todos los valores.

5. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

5.1. OLIGOELEMENTOS Y ARCILLA

Al observar los resultados obtenidos de cada uno de los perfiles de suelos, se pone de manifiesto una tendencia acusada de los cuatro elementos estudiados a presentar valores más altos en aquellas muestras más ricas en arcilla. Con el fin de comprobar si esta observación se cumple de una forma general para todas las muestras estudiadas, las hemos clasificado en arenosas y arcillosas según que tengan menos o mas del 20% de la fracción arcilla.

Las tablas completas van al final de este apartado, según el esquema y la denominación siguiente:

I	Muestras arenosas (D. Benito)	
II	" arenosas (Santander)	Orden de colocación y denominación de las tablas.
III	" arenosas (Asturias, Guipúzcoa, Vizcaya)	
IV	" arcillosa (D. Benito)	
V	" arcillosa (Santander)	
VI	" arcillosa (Asturias, Guipúzcoa, Vizcaya).	

En la tabla siguiente se han reunido los valores medios obtenidos para cada uno de los grupos de muestras y al mismo tiempo se han calculado los valores medios totales

Muestras arenosas

<u>Tabla</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>
I	100	0,22	3,0	5,800
II	160	0,36	4,4	7,854
III	<u>23</u>	<u>0,41</u>	<u>4,6</u>	<u>2,065</u>
Media total	81	0,31	3,9	4,702

Muestras arcillosas

<u>Tabla</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>
IV	155	0,31	6,8	12,834
V	382	1,13	9,4	16,268
VI	<u>1528</u>	<u>0,64</u>	<u>42,5</u>	<u>24,467</u>
Media total	340	0,50	9,4	14,689

De la observación de estos resultados se deduce que los valores medios encontrados son superiores en las

muestras arcillosas en cada una de las zonas consideradas y lo mismo ocurre con los valores medios totales.

La diferencia en cuanto a contenido en hierro y manganeso de las muestras arenosas y arcillosas es bastante considerable, hecho que puede atribuirse, no solamente al efecto de retención que la arcilla ejerce sobre estos elementos en el suelo, sino también a la mayor proporción de materia orgánica en las muestras arenosas, en muestras — en las que se establece un medio mas reductor y por tanto el hierro y el manganeso pueden pasar a sus formas reducidas, Fe^{2+} más fácilmente lavables. Al mismo tiempo, la presencia de óxidos de hierro y de manganeso (51) facilita la fijación del molibdeno, razón de mas para explicar la mayor proporción de este elemento ya que su efecto se suma al de la arcilla.

En el grupo de muestras arcillosas (Asturias, Vizcaya, Guipúzcoa) se obtiene un valor medio, para el cobre bastante elevado, debido a que existen tres muestras de Vizcaya con una proporción de este elemento, muy alta. Aunque se prescindiera de este grupo, se observa en los otros dos la tendencia del cobre a presentar valores mayores en las muestras arcillosas.

En las paginas siguientes se dan las tablas completas correspondientes a cada uno de los grupos establecidos.

TABLE I (Continuation)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcillas</u>	<u>pH</u>	<u>M.O.</u>	<u>Al</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.C.</u>
XI	1	11'3	6'8	0'7	45	0'20	2'0	2650	11'1
XII	1	6'6	5'5	0'0	125	0'13	1'0	3060	11'1
XIII	2	6'2	6'1	0'0	22	0'10	3'5	8000	8'7
XIII	3	18'6	5'7	0'0	85	0'38	2'0	6640	19'8
XIV	1	4'7	4'8	0'2	10	0'10	1'0	440	8'7
XV	1	7'8	4'9	0'2	15	0'10	6'0	1150	6'2
XV	3	17'9	7'0	0'0	185	0'44	2'0	7400	16'1
XVI	1	7'4	5'6	1'4	53	0'15	2'0	4750	11'7
XVI	3	13'1	8'2	-	150	0'45	5'3	11500	17'3
XVII	1	15'4	5'2	1'0	290	0'23	3'5	13500	12'4
XVIII	1	6'6	6'0	1'4	125	0'25	2'5	16250	9'9
XIX	1	17'0	5'5	1'3	135	0'30	3'0	9500	15'6
XXI	1	15'3	5'2	0'3	625	0'23	5'0	10500	12'0

(Continua)

TABLA I (Continuación)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>pH</u>	<u>H₂O₂</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.O₂</u>
XII	1	10'4	5'8	2'7	300	0'25	1'3	13250	13'6
XII	2	<u>18'1</u>	4'7	<u>0'0</u>	<u>80</u>	<u>0'26</u>	<u>2'3</u>	<u>15625</u>	<u>12'4</u>
Valor medio		9'6		0'5	100	0'22	3'0	5800	12'0

TABLE II
MOESTRAS ARENOSAS (SANTANDER)

Perfil	Muestra	Parcelilla	pH	M.O.	Mn	Mo	Cu	Fe	C.C.
XXVI	1	17'8	4'5	-	20	0'33	9'2	4200	39'8
XXVI	2	7'8	4'5	12'0	10	0'12	3'0	800	38'3
XXX	1	16'8	5'3	19'9	200	0'23	5'5	10500	36'0
XXX	2	16'8	4'8	2'5	200	0'48	6'5	2800	27'0
XXX	3	16'5	4'9	1'7	90	0'42	4'0	9500	21'9
XXX	1	17'4	5'6	13'0	20	0'33	2'7	8700	24'4
XXX	2	16'3	4'8	3'7	10	0'12	3'0	11000	23'0
XXXI	1	6'5	6'2	14'2	120	0'50	4'0	2700	37'0
XXXI	2	3'0	5'3	1'6	120	0'62	3'5	3550	12'8
XXXI	3	13'7	6'9	6'5	30	0'46	4'0	16500	42'1
XXXI	4	14'6	6'2	1'7	360	0'52	5'5	18400	23'0
XXXI	5	8'8	6'1	0'9	750	0'22	2'3	5600	23'0
Valor medio		13'0		7'1	160	0'36	4'4	7854	30'0

T. BIA XII
MOESTRAS ATMOSFICAS (ASTURIAS, GULPUGOOL Y VIECAYA)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>Temperatura</u>	<u>H.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mg</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.O.</u>
XXIV	1	17'1	6'2	4'8	30	0'13	4'0	2750	27'8
XXIV	2	17'5	4'0	5'1	20	0'80	9'5	4750	29'2
XXIV	3	15'6	2'4	4'5	20	0'67	5'0	4500	-
XXIV	4	16'8	0'8	5'1	80	0'98	11'5	5750	21'2
XXIV	5	17'8	0'6	5'2	30	0'40	9'5	6250	15'9
XXV	1	11'2	3'1	4'2	10	0'43	3'0	3240	50'4
XXV	2	12'5	1'9	4'3	10	0'41	2'0	3400	21'2
XXV	5	8'7	0'3	4'6	50	0'05	8'2	970	9'3
XXVII	1	9'8	17'0	3'8	17	0'50	3'0	1625	53'0
XXVII	2	8'9	22'9	4'0	10	0'29	3'0	1100	63'6
XXVIII	1	2'9	11'0	4'8	13	0'30	5'0	300	26'5
XXVIII	2	1'7	1'2	4'1	10	0'30	4'5	100	9'3

(Continua)

TABLA III (Continuación)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>Parcela</u>	<u>N.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mg</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.O.</u>
XXVII	3	19'4	7'9	4'6	10	0'40	1'0	1150	42'4
XXVIII	4	13'1	3'0	4'6	10	0'30	2'0	1400	31'8
XXVIII	5	2'2	0'3	5'8	18	0'30	2'5	1400	9'3
XXIX	1	13'2	9'1	3'8	14	0'48	3'5	988	33'1
XXIX	2	17'7	4'1	3'8	17	0'38	4'0	5500	26'5
XL	1	12'3	13'2	4'0	20	0'29	1'0	1300	39'7
XL	2	6'2	9'7	4'8	10	0'25	8'5	615	38'4
XLI	1	9'7	7'4	6'3	128	0'47	3'0	2600	36'0
XLI	2	8'9	5'7	6'4	14	0'42	1'0	520	30'9
XLII	3	1'2	0'7	6'8	13	0'30	6'8	58	12'9
XLII	4	8'0	1'9	5'4	10	0'45	3'5	288	-
XLII	5	18'5	1'9	5'8	10	0'58	6'0	2700	33'5
XLII	1	7'4	15'7	4'3	10	0'58	6'0	280	46'3
XLII	2	<u>7'4</u>	<u>2'9</u>	4'7	<u>13</u>	<u>0'23</u>	<u>6'8</u>	<u>35</u>	<u>27'3</u>
Valor medio		10'9	6'0		23	0'41	4'6	2065	30'6

TABLA IV
MUESTRAS AROJILLOSAS DE D. BENITO

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arojillosas</u>	<u>pH</u>	<u>N.O.</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.C.</u>
I	2	36'4	7'3	0'2	175	0'42	5'5	6760	32'2
I	3	29'2	7'8	0'1	115	0'26	2'5	3800	26'0
II	2	33'1	5'8	0'1	63	0'30	1'0	14000	27'2
II	3	35'3	7'4	0'0	55	0'18	6'5	9000	32'2
III	2	24'5	5'9	0'5	70	0'62	2'0	10000	22'3
III	3	29'8	7'5	0'2	170	0'25	7'5	6750	24'7
IV	2	26'4	5'6	0'2	90	0'35	5'5	13500	29'9
IV	3	39'5	6'8	0'2	265	0'35	13'0	26000	37'7
IV	4	31'4	7'7	0'2	190	0'50	18'5	15500	24'7
V	2	47'1	6'2	0'6	167	0'27	15'0	20000	37'7
V	3	40'4	7'5	0'0	110	0'20	18'7	18000	32'2
VI	1	29'9	6'5	0'2	70	0'12	1'0	6800	37'7

(Continúa)

TABLE IV (Continued)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>pH</u>	<u>N.O.</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.O.</u>
VI	2	32'2	8'0	0'3	110	0'28	3'0	6000	26'0
VII	2	64'7	5'0	0'3	52	0'66	5'2	25000	27'2
VII	3	61'7	4'9	0'0	45	0'55	3'0	18000	32'1
VII	4	24'7	5'2	0'0	80	0'37	3'5	8500	24'7
VIII	2	46'3	5'1	0'5	175	0'40	4'0	18200	42'1
VIII	3	25'3	7'3	0'0	110	0'30	2'0	7600	29'7
IX	2	30'0	6'7	0'4	150	0'30	1'0	7700	28'6
IX	3	37'0	7'7	0'2	110	0'19	2'5	13000	30'9
IX	4	33'4	7'8	0'0	95	0'18	2'0	3700	26'0
X	2	20'1	4'8	0'1	60	0'45	2'5	15000	13'6
XII	2	28'4	6'7	0'3	165	0'15	8'0	17200	29'7
XII	3	31'8	7'4	0'1	175	0'17	10'0	22000	29'7

(Continues)

TABLA IV (Continuación)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>Latitud</u>	<u>PH</u>	<u>M.O.</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.C.</u>
XII	4	29°2	7°8	0°1	240	0°15	11°5	12500	38°3
XIII	4	24°1	6°3	0°0	200	0°25	1°5	7250	18°6
XIV	2	21°2	5°6	0°3	50	0°13	2°2	4250	12°4
XV	2	20°4	5°9	0°3	45	0°20	3°0	3800	18°2
XV	4	21°3	7°4	0°0	210	0°10	9°0	15000	23°5
XVI	2	20°5	8°7	0°1	175	0°07	9°0	6500	16°1
XVII	2	21°4	6°1	0°3	110	0°21	16°5	15750	12°4
XVIII	2	61°4	4°8	0°8	55	0°30	21°5	14750	32°2
XIX	2	67°2	5°2	0°4	315	0°85	13°0	36000	37°7
XX	2	31°5	6°1	0°6	240	0°20	10°0	5300	22°3
XX	3	30°8	7°0	0°4	198	0°63	5°0	5000	21°0

(Continúa)

TABLA IV (Continuación)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>pH</u>	<u>M.O.</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.C.</u>
XX	4	48'6	7'8	0'4	60	0'18	4'0	7300	29'7
XXI	2	30'2	4'8	0'5	62	0'28	10'0	14000	13'6
XXII	3	36'1	5'0	0'2	1000	0'63	8'5	29050	13'6
XXII	3	64'0	6'5	0'0	235	0'15	4'0	13800	29'7
XXII	4	59'7	7'5	-	42	0'48	6'2	6937	27'2
XXIII	2	<u>21'7</u>	5'9	-	<u>215</u>	<u>0'23</u>	<u>1'0</u>	<u>17000</u>	<u>16'0</u>
Valor medio		<u>35'6</u>		0'22	155	0'31	6'8	12834	26'5

TABLE V
MUESTRAS ARCILLOSAS DE SANTANDER

Perfil	Muestra	Parcelilla	M.O.	pH	Mz	Mo	Cu	Fe	O.C.
XVII	1	24'9	4'8	6'3	856	1'75	17'0	29000	41'2
XVII	2	24'3	4'3	6'1	238	0'72	6'0	6750	39'9
XVIII	1	30'3	11'8	4'8	252	0'50	4'3	1700	52'8
XVIII	2	29'4	4'3	4'7	40	0'68	2'3	6500	30'9
XVIII	3	30'2	1'0	5'1	90	0'68	14'0	6000	18'0
XX	3	28'4	0'7	4'8	22	0'18	3'7	7000	17'9
XXII	1	28'7	9'9	5'9	650	0'84	14'5	17500	43'8
XXII	2	46'3	4'5	6'9	1096	0'92	18'5	45000	43'8
XXIII	2	28'1	5'3	7'2	264	2'00	7'0	18500	38'6
XXIII	3	26'1	4'0	7'5	328	2'40	9'5	24000	21'9
XXIII	4	29'5	3'0	7'8	364	1'80	6'2	17000	20'6
Valor medio		29'7	4'9		382	1'13	9'4	16268	33'6

TABLA VI
MUESTRAS ARCILLOSAS DE ASTURIAS, GUIPUZCOA Y VIZCAYA

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>C.C.</u>
XXXV	3	43'4	0'3	4'2	979	0'20	31'0	16500	22'5
XXXV	4	26'5	0'4	4'3	10	0'05	4'0	5500	21'2
XXXVI	1	40'8	4'1	7'0	4000	0'10	72'5	40000	25'2
XXXVI	2	39'2	2'1	6'9	1350	0'15	81'0	35800	23'9
XXXVI	3	44'4	1'1	6'8	2800	2'20	61'5	36000	25'2
XIII	3	<u>29'5</u>	<u>4'1</u>	5'0	<u>31</u>	<u>1'12</u>	<u>5'0</u>	<u>13000</u>	<u>45'0</u>
Valor medio		37'3	2'0		1528	0'64	42'5	24467	27'2

5.2. OLIGOELEMENTOS Y ACIDEZ EN SUELOS

Para estudiar las posibles relaciones entre la acidez actual de los suelos y su contenido en oligoelementos se han hecho, dentro de cada una de las dos zonas estudiadas, tres grupos de muestras según que el pH sea superior a 7'5, inferior a 6'5 o se halle comprendido entre estos dos valores.

En las tablas siguientes se han reunido todos los resultados correspondientes a los grupos indicados y se han calculado los valores medios para cada grupo.

De la comparación de los contenidos medios expresados en las tablas se deducen las consecuencias siguientes.

tes:

En D. Benito el 62 por ciento de las muestras corresponden a suelos ligeramente ácidos y el 14'5 a suelos ligeramente alcalinos, sin acusar variaciones extremas. El grupo de suelos ligeramente ácidos presenta un contenido en arcilla más bajo. En general, todos estos suelos son pobres en materia orgánica, aunque el grupo ácido presenta un nivel medio ligeramente superior. Los contenidos en oligoelementos son muy semejantes en los tres grupos, cuando se consideran los valores medios. El cobre ofrece un valor inferior en el grupo ácido, aunque la diferencia es pequeña, hecho que guarda paralelismo con la tendencia observada anteriormente, al describir los perfiles, a disminuir de concentración en los horizontes de pH más bajo. En cambio el hierro ofrece un valor medio más bajo en el grupo de muestras alcalinas.

En la zona Norte, el 83 por ciento de las muestras quedan incluidas en el grupo ácido, mientras que solamente quedan incluidas en el grupo ácido, mientras que solamente un 2 por ciento escaso presentan valores de pH superiores a 7'5, de aquí que, en esta zona, carezca de interés el grupo alcalino y por esto no hemos tabulado los valores correspondientes. El contenido medio de arcilla es bastante superior en el grupo neutro, mientras que la materia orgánica da valores más altos para el grupo áci-

do. Por término medio, la materia orgánica es abundante en todos estos suelos. Los valores medios obtenidos para todos los elementos estudiados son muy superiores en el grupo neutro que en el ácido.

TABLA VII
MUESTRAS CON UN pH MENOR QUE 6.5. (D. BEVITO)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arco11g</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mg</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>P.p.p.</u>
I	1	8'4	0'1	5'1	25	0'10	1'0	1190
II	1	4'5	0'1	5'3	10	0'15	3'5	173
II	2	33'1	0'1	5'8	63	0'30	1'0	14000
III	1	2'7	0'6	5'4	10	0'07	3'0	300
III	2	34'5	0'5	5'9	70	0'62	2'0	10000
IV	1	6'3	0'2	5'4	63	0'15	2'0	2125
IV	2	26'4	0'2	5'6	90	0'35	5'5	13500
V	1	13'5	1'5	6'0	250	0'25	4'0	3300
V	2	47'1	0'6	6'2	187	0'27	15'0	20000
VII	1	4'3	0'5	6'3	20	0'37	1'6	2450
VII	2	64'7	0'3	5'0	52	0'66	5'2	25000

(Continúa)

TABLA VII (Continuación)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>Parcela</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Pb</u>
VII	3	61'7	0'0	4'9	45	0'55	3'0	18000
VII	4	24'7	0'0	5'2	80	0'37	3'5	8500
VIII	1	6'9	0'1	6'1	25	0'15	1'0	800
VIII	2	46'3	0'5	5'1	175	0'40	4'0	18200
IX	1	12'1	0'7	6'4	75	0'26	6'2	2000
X	1	5'1	0'5	5'3	65	0'15	1'5	4850
X	2	20'1	0'1	4'8	60	0'45	2'5	15000
XI	1	6'7	1'3	5'0	115	0'25	3'0	4300
XIII	1	6'6	0'0	5'5	125	0'13	1'0	3060
XIII	2	6'2	0'0	6'1	22	0'10	3'5	8000
XIII	3	18'6	0'0	5'7	85	0'38	2'0	6640
XIII	4	24'1	0'0	6'3	200	0'25	1'5	7250
XIV	1	4'7	0'1	4'8	10	0'10	0'9	440

(Continúa)

TABLE VII (Continuation)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>Parcela</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>
XIV	2	21'2	0'3	5'6	50	0'13	2'2	4250
XV	1	7'8	0'2	4'9	15	0'10	6'0	1150
XV	2	20'4	0'3	5'9	45	0'20	3'0	3800
XVI	1	7'4	1'4	5'6	53	0'15	2'0	4750
XVII	1	15'4	1'0	5'2	290	0'23	3'5	13500
XVII	2	21'4	0'3	6'1	110	0'21	16'5	15750
XVIII	1	6'6	1'4	6'0	125	0'25	2'5	16250
XVIII	2	61'4	0'8	4'8	55	0'30	21'5	14750
XIX	1	17'0	1'3	5'5	135	0'30	3'0	9500
XIX	2	67'2	0'4	5'2	315	0'85	13'0	36000
XX	2	31'5	0'6	6'1	240	0'20	10'0	5300
XXI	1	15'3	1'4	5'2	625	0'23	5'0	10500
XXI	2	30'2	0'5	4'8	62	0'28	10'0	14000

(Continua)

TABLA VII (Continuación)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>
XXI	3	36'1	0'2	5'0	1000	0'63	8'5	29050
XXII	1	10'4	2'7	5'8	300	0'25	1'3	13250
XXII	2	18'1	0'0	4'7	80	0'26	2'3	15625
XXIII	1	1'7	0'2	5'8	20	0'15	2'0	4260
XXIII	2	<u>21'7</u>	<u>-</u>	5'9	<u>212</u>	<u>0'23</u>	<u>1'0</u>	<u>17000</u>
Valor medio		21'4	0'5		135	0'28	4'5	9947

TABLA VIII

MUESTRAS CON UN PH ENTRE 6'5 Y 7'5 (D. BENITO)

% de muestras 23'1

Perfil	Muestra	%Arcilla	H₂O.	PH	Mn	Mo	Cu	Fe
I	2	36'4	0'2	7'3	175	0'42	5'5	6760
II	3	35'3	0'0	7'4	55	0'18	6'5	9000
XII	3	29'8	0'2	7'5	170	0'25	7'5	6750
IV	3	39'5	0'2	6'8	265	0'35	13'0	26000
V	3	40'4	0'0	7'5	110	0'20	18'7	18000
VI	1	29'9	0'2	6'5	70	0'12	1'0	6800
VIII	3	25'3	0'0	7'3	110	0'30	2'0	7600
IX	2	30'0	0'4	6'7	150	0'30	1'0	7700
XI	2	7'7	0'1	7'0	50	0'28	7'0	7000
XII	1	11'3	0'7	6'8	45	0'20	2'0	2650
XII	2	28'4	0'3	6'7	165	0'15	8'0	17200

(Continua)

TABLA VIII (Continuación)

<u>Pertl</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Pb</u>
XII	3	31'8	0'1	7'4	175	0'17	10'0	22000
XV	3	17'9	0'0	7'0	185	0'44	2'0	7400
XV	4	21'3	0'0	7'4	210	0'10	9'0	15000
XX	3	30'8	0'4	7'0	198	0'63	5'0	5000
XXI	3	64'0	0'0	6'5	235	0'15	4'0	13800
XXII	4	<u>59'7</u>	<u>-</u>	7'5	<u>42</u>	<u>0'48</u>	<u>6'2</u>	<u>6937</u>
Valor medio		31'7	0'2		142	0'28	6'4	10917

TABLA IX

MUESTRAS CON UN PH MAYOR QUE 7'5 (D. BENITO)

% de muestras 14'5

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>
I	3	29'2	0'1	7'8	115	0'26	2'5	3800
IV	4	31'4	0'2	7'7	190	0'50	18'5	15500
VI	2	32'2	0'3	8'0	110	0'28	3'0	6000
VI	3	11'8	0'1	7'9	80	0'32	5'0	5500
IX	3	37'0	0'2	7'7	110	0'19	2'5	13000
IX	4	33'4	0'0	7'8	95	0'18	2'0	3700
XII	4	29'6	0'1	7'8	240	0'15	11'5	12500
XVI	2	20'5	0'1	8'7	175	0'07	9'0	6500
XVI	3	13'1	0'0	8'2	150	0'45	5'3	11500
XX	4	<u>48'6</u>	<u>0'4</u>	7'8	<u>60</u>	<u>0'18</u>	<u>4'0</u>	<u>7300</u>
Valor medio		28'7	0'2		133	0'26	6'3	8530

TABLA I

MUESTRAS CON UN PH MENOR QUE 6'5 (NORTE)

% de muestras 83

Perfil	Muestra	%Arcilla	H₂O.	PH	Mg	Mn	Cu	Fe
XXV	1	humus	18'5	4'2	84	0'72	6'8	9000
XXVI	1	17'8	-	4'5	20	0'33	9'2	4200
XXVI	2	7'8	12'0	4'5	10	0'12	3'0	800
XXVII	1	24'9	4'8	6'3	856	1'75	17'0	29000
XXVII	2	24'3	4'3	6'1	238	0'72	6'0	6750
XXVIII	1	30'3	11'8	4'8	252	0'50	4'3	1700
XXVIII	2	29'4	4'3	4'7	40	0'68	2'3	6500
XXVIII	3	30'2	1'0	5'1	90	0'68	14'0	6000
XXIX	1	16'8	19'9	5'3	200	0'23	5'5	10500
XXIX	2	16'8	2'5	4'8	200	0'48	6'5	2800

(Continúa)

TABLA X (Continuación)

Perfil	Muestra	%Arcilla	M.O.	pH	Mn	Mo	Cu	Fe
XXIX	3	15'5	1'7	4'9	90	0'42	4'0	9500
XXIX	4	-	0'7	5'2	68	0'64	8'0	3500
XXX	1	17'4	13'0	5'6	20	0'33	2'7	8700
XXX	2	16'3	3'7	4'8	10	0'12	3'0	11000
XXX	3	28'4	0'7	4'8	22	0'18	3'7	7000
XXXI	1	6'5	14'2	6'1	120	0'50	4'0	2700
XXXI	2	3'0	1'6	5'3	120	0'62	3'5	3550
XXXI	4	14'6	1'7	6'2	360	0'52	5'5	18400
XXXI	5	8'8	0'9	6'1	750	0'22	2'3	5600
XXXI	1	28'8	9'9	5'9	650	0'84	14'5	17500
XXXIV	1	17'1	6'2	4'8	30	0'13	4'0	2750

(Continúa)

TABLA X (Continuación)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>H₂O₂</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>
XXXIV	2	17'5	4'0	5'1	20	0'80	9'5	4750
XXXIV	3	15'6	2'4	4'5	20	0'67	5'0	4500
XXXIV	4	16'8	0'8	5'1	80	0'98	11'5	5750
XXXIV	5	17'8	0'6	5'2	30	0'40	9'5	6250
XXXV	1	11'2	3'1	4'2	10	0'43	3'0	3240
XXXV	2	12'5	1'9	4'3	10	0'41	2'0	3400
XXXV	3	43'4	0'3	4'2	979	0'20	31'0	16500
XXXV	4	26'5	0'4	4'3	10	0'05	4'0	5500
XXXVII	1	9'8	17'0	3'8	17	0'50	3'0	1625
XXXVII	2	8'9	22'9	4'0	10	0'29	3'0	1100
XXXVIII	1	2'9	11'0	4'8	13	0'30	5'0	300

(Continua)

TABLA X (Continuación)

Perfil	Muestra	Carotilla	M.O.	pH	Mn	Mo	Cu	Tg
XXVIII	2	1'8	1'2	4'4	10	0'30	4'5	100
XXVIII	3	19'4	7'9	4'6	110	0'42	1'0	1150
XXVIII	4	13'1	3'0	4'6	110	0'30	2'0	1400
XXVIII	5	2'2	0'3	5'7	18	0'30	2'5	1400
XXXX	1	13'2	9'1	3'8	14	0'48	3'5	988
XXXX	2	17'7	4'1	3'8	17	0'38	4'0	5500
XXXX	3	-	-	4'9	29	0'42	26'0	6350
XL	1	23'4	13'2	4'0	20	0'29	1'0	1300
XL	2	6'2	9'7	4'9	10	0'25	4'5	615
XL	1	9'7	7'4	6'3	128	0'47	3'0	2600
XL	2	8'9	5'7	6'4	14	0'42	1'0	520
XL	4	8'0	1'9	5'4	10	0'45	3'5	288

(Continua)

TABLA X (Continuación)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>
XII	5	18'5	1'9	5'8	10	0'58	6'0	2700
XIII	1	7'4	15'7	4'4	10	0'58	6'0	260
XIII	2	7'4	2'9	4'7	13	0'23	6'8	35
XIII	3	<u>29'5</u>	<u>4'1</u>	5'0	<u>31</u>	<u>1'12</u>	<u>5'0</u>	<u>13000</u>
Valor medio		15'4	6'1		119	0'47	6'1	5950

T.B.A. XI

MUESTRAS CON UN PH ENTRE 6'5 Y 7'5 (NORTE)

<u>Perfil</u>	<u>Muestra</u>	<u>%Arcilla</u>	<u>M.O.</u>	<u>pH</u>	<u>Mn</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>
XXIV	1	humus	9'7	7'0	1180	0'80	25'0	30000
XXX	3	13'7	6'5	6'9	30	0'46	4'0	16500
XXXI	2	46'3	4'5	6'9	1096	0'92	18'5	45000
XXXII	2	28'2	5'3	7'2	264	2'00	7'0	18500
XXXIII	3	26'1	4'0	7'5	328	2'40	9'5	24000
XXXVI	1	40'8	4'1	7'0	4000	0'10	72'5	40000
XXXVI	2	39'2	2'1	6'9	1350	0'15	81'0	35800
XXXVI	3	44'4	1'1	6'8	2800	2'20	61'5	36000
XLI	3	<u>1'2</u>	<u>0'7</u>	6'8	<u>13</u>	<u>0'30</u>	<u>6'8</u>	<u>58</u>
Valor medio		26'7	4'2		1229	1'04	15'6	27317

5.3. OLIGOELEMENTOS EN SUELOS Y ROCAS DEL NORTE

En las tablas XII se han reunido los valores medios correspondientes a la capa de suelo de cada uno de los perfiles estudiados en la zona Norte y se han sacado los valores medios totales para cada elemento en estos suelos.

Así mismo en la tabla XIII se indican los valores encontrados para las rocas originarias de estos suelos.

De la comparación los datos recopilados en estas dos tablas se desprende que el molibdeno, manganeso y hierro se han enriquecido notablemente en el proceso

de formación del suelo. Teniendo en cuenta que en esta zona dominan los suelos de carácter ácido no es de extrañar la acumulación de molibdeno ya que, reiteradamente venimos observando que este elemento queda mejor retenido en medios ácidos. Por el contrario el hierro y manganeso se acumulan notablemente en el suelo, en el proceso de su formación. Aunque la mayor parte de estos suelos son ácidos y contienen materia orgánica condiciones estas aparentemente favorables para el lavado de estos elementos, no ocurre así probablemente debido a que estos elementos se encontraban en el material de partida en forma de óxidos superiores resistentes a los agentes químicos que influyeron en la formación del suelo, o bien que estos óxidos estables se formaron en las primeras etapas de transformación hecho comprensible especialmente para las rocas básicas (calizas) que han dado lugar a suelos ácidos en este clima húmedo. Junto a estas posibilidades cabe considerar el efecto acumulador de la arcilla que una vez iniciada la formación del suelo actuara como agente de retención de estos elementos.

El cobre, aunque se lava más fácilmente en medio ácido arroja un valor medio semejante para rocas y suelos es decir que el contenido en este elemento de los materiales disueltos o transportados y el de los que han permanecido formando el suelo actual, es, por término medio el mismo.

TABLA XII

Oligoelementos en suelos de la zona Norte

<u>Perfil</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
XXIV-1	0,80	25,0	1180	300006
XXV	0,72	6,8	84	9000
XXVI	0,23	6,1	15	2500
XXVII	1,23	11,5	547	17875
XXVIII	0,62	6,9	127	4733
XXIX	0,44	6,0	140	6575
XXX	0,21	3,1	17	8900
XXXI	0,46	3,9	276	9350
XXXII	0,88	16,5	873	31250
XXXIII	2,08	7,6	319	1,9833
XXXIV	0,60	7,9	36	4800
XXXV	0,23	9,4	212	5922
XXXVI	0,82	71,6	2716	37267
XXXVII	0,40	3,0	14	1363
XXXVIII	0,32	3,0	12	870
XXXIX	0,43	3,8	16	3244
XL	0,27	2,3	15	956
XLI	0,44	4,1	39	1233
XLII	<u>0,64</u>	<u>5,9</u>	<u>18</u>	<u>4438</u>
Valor medio	0,62	10,8	350	10532

TABLA XIII

Oligoelementos en rocas de la zona Norte

<u>Perfil</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Fe</u>
XXIV	0,25	4,8	50	1250
XXV	0,09	10,5	24	2300
XXVI	0,04	2,7	20	150
XXVII I	0,23	15,0	10	3250
XXIX	0,04	26,8	40	25000
XXX	0,24	19,5	74	19500
XXXII	0,12	20,0	260	20000
XXXIII	1,20	3,5	18	300
XXXV	0,18	9,0	25	2040
XXXVI	0,45	4,7	460	6250
XXXVII	0,42	24,5	12	6240
XXXVIII	0,18	1,0	10	1714
XXXIX	0,42	26,0	29	6350
XL	0,47	2,0	10	67
XLI	0,25	3,0	10	125
XLII	<u>0,01</u>	<u>2,5</u>	<u>18</u>	<u>8000</u>
Valor medio	0,29	11,0	67	5002

5.4. OLIGOELEMENTOS EN SUELOS DE LAS DOS ZONAS ESTUDIADAS

En la tabla se han reunido los valores medios de cada perfil de suelo de D. Benito y se han obtenido los valores medios totales.

Si se comparan los medios de la tabla XIV con los indicados en la tabla XII correspondiente a los suelos de la zona Norte se observa que el molibdeno, cobre y manganeso se hallan en una proporción bastante mayor en los suelos del Norte, mientras que el hierro ofrece un valor medio semejante para ambas zonas.

TABLA XIV

Oligoelementos en suelos de D. Benito

<u>Perfil</u>	<u>Mo</u>	<u>Cu</u>	<u>Mn</u>	<u>Pb</u>
I	0,26	3,0	105	3917
II	0,21	3,7	43	7724
III	0,31	4,2	83	5683
IV	0,34	8,9	152	14281
V	0,24	12,6	182	13767
VI	0,24	3,0	87	5933
VII	0,49	3,3	49	13488
VIII	0,28	2,3	103	8887
IX	0,23	2,9	108	6600
X	0,30	2,0	63	9925
XI	0,27	5,0	82	5650
XII	0,17	7,9	156	13587
XIII	0,22	2,0	108	6074
XIV	0,11	1,6	30	2345
XV	0,22	5,0	114	6838
XVI	0,22	5,4	126	7583
XVII	0,22	10,0	200	14625
XVIII	0,27	12,0	90	15500
XIX	0,58	8,0	225	22750
XX	0,34	6,3	166	5866
XXI	0,38	7,8	262	17850
XXII	0,29	3,5	164	12403
XXIII	<u>0,19</u>	<u>1,5</u>	<u>118</u>	<u>106314</u>
Valor medio	0,28	5,3	1224	100834

5.5. OLIGOELEMENTOS Y TIPO DE SUELOS

El tema de las posibles relaciones entre el contenido y distribución de oligoelementos y el tipo de suelos ha sido poco tratado por los investigadores y aun entre estos pocos se encuentran algunas divergencias.

Así en el trabajo de Györi (64) se llega a la conclusión de que el contenido en manganeso va disminuyendo de unos suelos a otros en el orden siguiente: podsol, Chernozem, solonetz. No encontrando unas relaciones consistentes para otros elementos. Así mismo Peive (55) encuentra un mayor contenido de manganeso móvil en los suelos dernopodsólicos que

en los chernozem, en cambio encuentra las mayores proporciones de cobre en los suelos marrón. Por otro lado, Morozof y Ravjesou (65), de sus estudios, deducen que, generalmente, los pedsoles son mas ricos en cobre. En Italia, Giovannini (44) encuentran mayores cantidades de molibdeno en la tierra rosa que en otros suelos mas arenosos.

Estas conclusiones tienen una validez muy limitada, ya que están basadas en estudios locales, sin que se haya hecho una comparación amplia tomando datos de zonas muy distintas y sobre mayor número de tipos de suelos.

La influencia que ejercen algunos factores sobre el contenido de oligoelementos ha sido mejor estudiada, aunque no siempre se encuentren de acuerdo los distintos investigadores.

Según Steenbjerg y Boken (107) las muestras más ricas en humus son las que pueden suministrar menos cobre, mientras que Lundhed, Svanberg y Ekman (106) dicen que esto es una mera coincidencia. Por el contrario Vermaat (108) encuentra que los suelos más ricos en materia orgánica son los más ricos en cobre. En este mismo sentido se manifiesta Lucas (68) al reconocer que en los suelos con mucha materia orgánica el cobre queda fuertemente retenido en forma de complejos y no emigra por lavado. Kanwar (71) atribuye a la materia orgánica una mayor capacidad de fijación del

cobre que la de las arcillas. Nosotros hemos observado que, efectivamente, la materia orgánica tiende a acumular el cobre, aunque influyen otros factores, especialmente la acidez del medio en el sentido de que aumenta la facilidad de emigración por lavado cuando disminuye el pH

La influencia de la materia orgánica se hace extensiva igualmente a los otros oligoelementos, aunque tampoco se deducen correlaciones aplicables a todos los casos.

En la realidad, el problema de la distribución de los oligoelementos es muy complejo y depende de todo un conjunto de factores, que deben tenerse en cuenta de forma global. En este sentido se manifiesta Mitchell (109) al considerar que el contenido en los suelos será función del contenido en la roca original y de los distintos procesos de formación y transformación del suelo. En este mismo sentido se manifiesta Holmes (110) y otros.

Este punto de vista, es indiscutible, y precisamente por la gran variedad de factores que influyen en la concentración y distribución de los oligoelementos, es por lo que se encuentran divergencias en cuanto a los resultados cuando se intenta establecer relaciones con un solo factor determinado (materia orgánica, arcilla, acidez, constitución mineralógica, naturaleza de la roca etc.).

Ahora bien, dada la dificultad de abordar el problema en su conjunto, creemos que es un buen método el continuar investigando estas posibles relaciones buscando grupos de muestras que presenten uno de los factores a considerar con carácter dominante, tal como lo hemos hecho en el apartado 5.1. relativo a la influencia de la arcilla. Las conclusiones que se obtienen por este procedimiento ponen de manifiesto unas tendencias, que, naturalmente no se debe esperar que se cumplan en todos los casos.

En este apartado hacemos una breve discusión del comportamiento y distribución de estos oligoelementos en algunos tipos de suelo caracterizados de la zona norte.

Ranker

En los suelos ácidos, en general, el molibdeno se moviliza poco, ya que las formas ácidas son fácilmente retenidas por los coloides activos del suelo, así en los perfiles XXV, XXVI y XXXVII que corresponden a este tipo de suelo, observamos claramente que el molibdeno se halla en una proporción mayor en el suelo que en la roca.

En cambio en el perfil XII, tenemos una excepción a esta regla.

El cobre, elemento fácilmente movilizabile en medio ácido, emigra en el proceso de formación de este suelo, y se puede esperar que el suelo contenga menor proporción de este elemento que la roca, esto ocurre en los perfiles XXV, XXXVIII y XII. También aquí encontramos una excepción en el perfil XXVI.

En todos los Ranker estudiados encontramos unas proporciones de manganeso muy bajas.

En general, cabrá esperar, que en estos suelos el hierro aumente al formarse el suelo, ya que su movilización requiere una acción química más profunda que la que se desarrolla en estos suelos. En los perfiles XXV, XXVI y XII encontramos mas hierro en el suelo que en la roca. En cambio en el perfil XXXVIII se han formado unas condiciones reductoras y el hierro ha emigrado parcialmente al formarse el suelo.

Tierra parda

Supone un proceso químico más avanzado que el tipo anterior, dentro de los suelos ácidos y por consiguiente cabrá esperar un enriquecimiento de molibdeno en los horizontes superiores, así como enriquecimiento de manganeso y hierro cuando el suelo sea arcilloso, en cambio el cobre deberá empobrecerse por lavado y únicamente en algunos casos e en los que quede retenido por complejo coloidal podrá apa-

recer en mayor proporción en el suelo.

Las tierras pardas estudiadas, que corresponden a los perfiles XXVI, XXVIII, XXX, XXXI, XXXV, XXXVI, XL y XLIII manifiestan todas ellas un enriquecimiento en molibdeno en el suelo, sobre todo en las capas superficiales. En aquellos casos en los que aparece un horizonte de lavado, en él se presenta el molibdeno en proporción algo mayor.

En general el cobre dá resultados más bajos en el suelo que en la roca en todos los perfiles. En los horizontes de lavado este elemento se halla empobrecido. Sin embargo el perfil XLIII, un suelo con bastante materia orgánica, ofrece un caso en el que las cifras de cobre en el suelo son algo superiores a los de la roca.

En la mayor parte de las tierras pardas estudiadas encontramos cantidades de manganeso muy bajas tanto en el suelo como en la roca. En algunos casos (XXVIII y XXXVI) se observa un horizonte de enriquecimiento de manganeso co-
ciendo con una proporción elevada de arcilla. En aquellos perfiles que tienen un horizonte de lavado (XXXI), no se observa el lavado del manganeso, probablemente, debido a que el medio no es suficientemente reductor (poca proporción de materia orgánica) para que los óxidos superiores estables de manganeso, se solubilicen.

Para el hierro encontramos valores mas bajos en el horizonte superficial que en los inmediatos, así mismo en algunos perfiles se observa la formación de un horizonte de lavado en el que el hierro ha emigrado parcialmente.

Podsol

En este tipo se pueden incluir los perfiles XXXIX y XLII, y aunque menos desarrollados los XXXI y XLIII.

En todos ellos se observa un manifiesto enriquecimiento de molibdeno en el proceso de formación del suelo, así mismo este elemento no se lava en el horizonte de lavado.

En los cuatro perfiles se presenta una proporción mayor de cobre en el suelo que en la roca como consecuencia de la tendencia de este elemento a quedar con la materia orgánica. En todos los perfiles se observa un horizonte en el que la cantidad de cobre es algo menor que en los inmediatos.

En estos perfiles, las cantidades de manganeso son muy bajas.

El hierro ofrece, en todos los perfiles, una zona de lavado seguida por otra de acumulación.

Rendzina

Suelos húmicos poco desarrollados, formados sobre

roca caliza, condiciones todas ellas favorables para el enriquecimiento de todos estos elementos en el suelo, especialmente el cobre cuya lavado está casi completamente impedido. Como ejemplo tenemos el perfil XXIV.

Tierra fusca

Como representantes de este tipo tenemos los perfiles XXXII, XXIV y XXXVII, en todos ellos, el proceso de formación del suelo es fundamentalmente una descalcificación casi total y como consecuencia \pm una acidificación. En estas condiciones se comprende que el comportamiento de los oligoelementos pueda ser distinto según el grado de acidez alcanzado.

En la primera etapa de lavado de la caliza, el molibdeno emigrará hacia los horizontes inferiores, pero si se llega a una acidificación suficiente y en presencia de abundantes coloides, esta emigración queda impedida, así en el perfil XXXII encontramos que el suelo, de carácter ácido con buena formación de arcilla el molibdeno se halla enriquecido en el suelo, en cambio en el perfil XXXVII, aunque el suelo, en su conjunto, ofrece más molibdeno que la roca, presenta una zona de lavado superficial ($\text{pH}=7$) y una acumulación en la zona más ácida.

En el perfil XXXII, el más acidificado, el cobre es se encuentra en cantidad menor en el suelo, en cambio en

los otros dos el cobre se enriquece en el suelo, sobre todo en el XXXIII que es ligeramente alcalino.

El manganeso y el hierro quedan enriquecidos al formarse el suelo ya que en la etapa alcalina, su disolución y lavado están impedidos formándose óxidos superiores que son estables en las condiciones de neutralidad o ligera acidez actuales. En los tres perfiles estudiados nos encontramos con que la proporción de estos elementos es mayor en el suelo especialmente en los horizontes arcillosos.

5.6. CORRELACIONES ENTRE LOS OLIGOELEMENTOS

Se han obtenido los valores medios de las cantidades de cada oligoelemento que presentan los distintos perfiles de la zona seca y húmeda. Gráficamente se han representado estos valores, considerando primero los de manganeso, molibdeno y cobre en ordenadas frente a valores de hierro en abscisas para estudiar las posibles correlaciones entre unos y otros.

En otros gráficos presentamos valores de molibdeno frente a manganeso.

Cada punto de estas gráficas representa el valor medio de varias muestras que integran un perfil de suelo, sin tener en cuenta el contenido de la roca subyacente.

En la descriptiva de los perfiles hemos podido observar muchas veces que un aumento de hierro o de manganeso en uno de los horizontes llevaba aparejado un aumento de los otros oligoelementos. Resultaba sugestiva la idea de que este fenómeno se pudiera presentar de forma mas general al comparar valores medios de los distintos perfiles dentro de cada zona y con el fin de estudiar el grado de correlacion existente entre algunos oligoelementos hemos construido las gráficas correspondientes.

De las gráficas 1 y 2 se deduce una tendencia del manganeso a aumentar en aquellos perfiles mas ricos en hierro, aunque e un 25% de los perfiles se separan de esta regla.

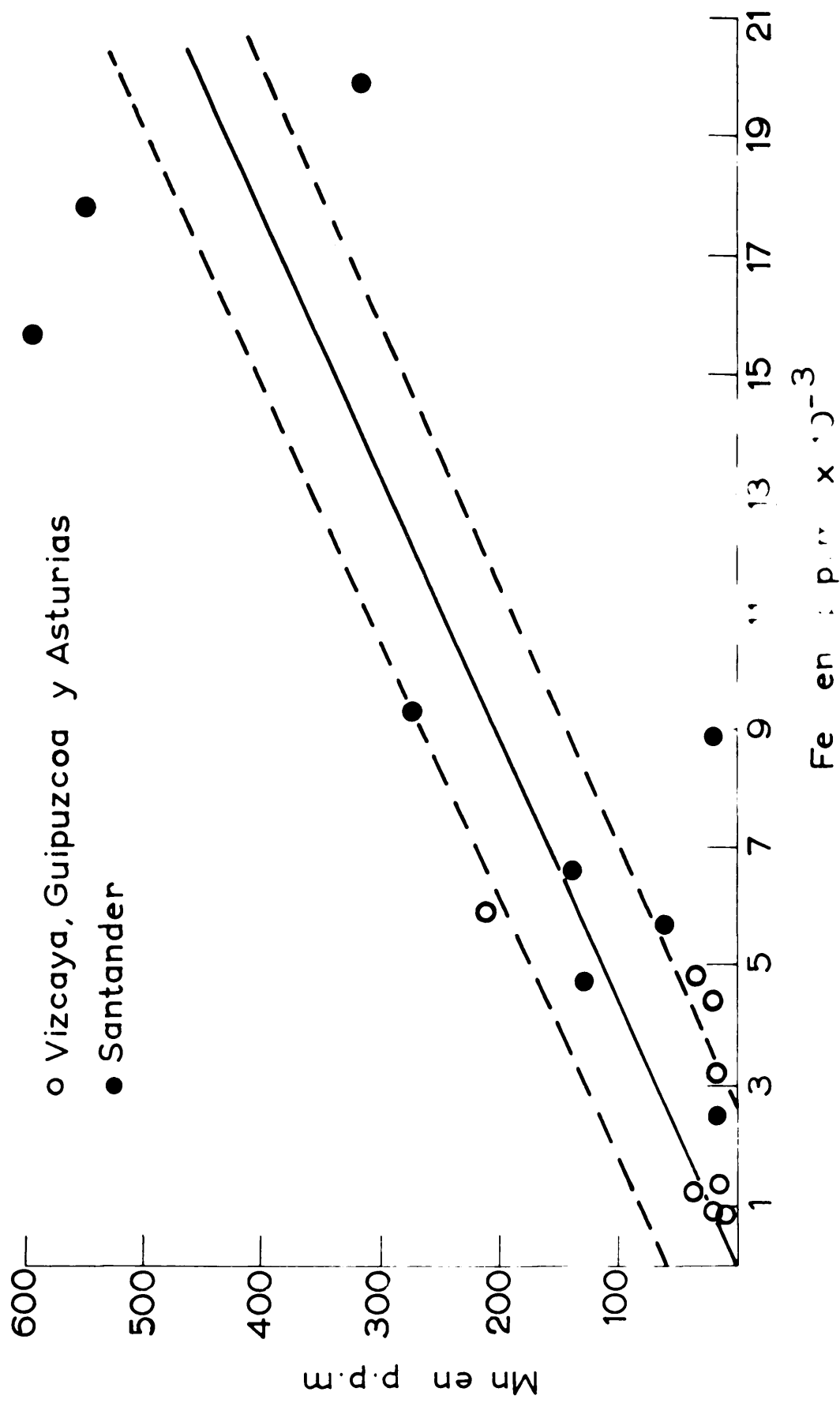
De las gráficas 3 y 4 se deduce que también el molibdeno tiende a aumentar donde hay mas hierro con un 29% de excepciones.

En las gráficas 5 y 6 puede observarse un comportamiento análogo del cobre frente al hierro, con un 30% de excepciones.

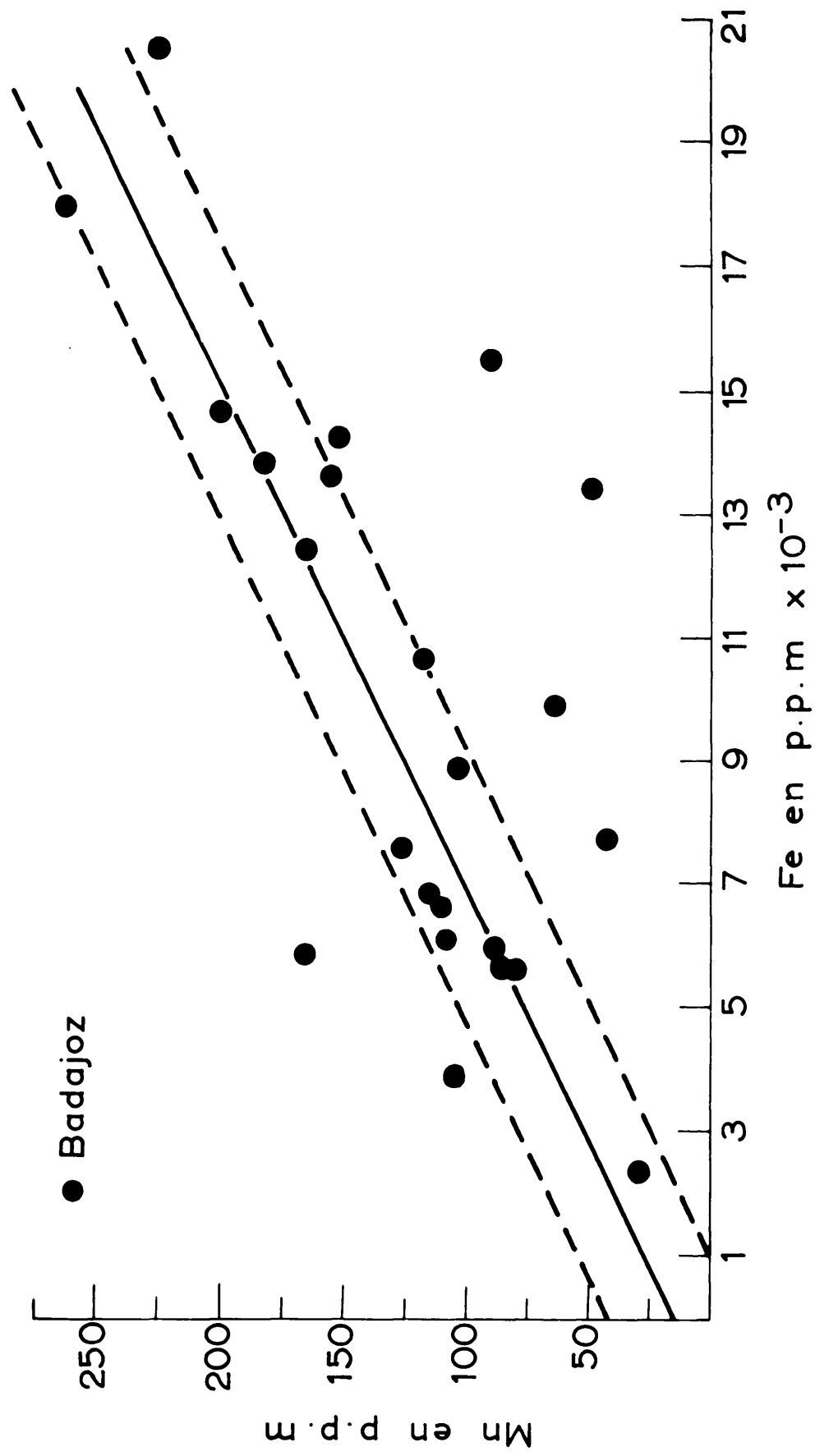
En las gráficas 7 y 8 se establece la comparación entre contenidos de manganeso y molibdeno. Aunque se observan algunos casos de niveles elevados demolibdeno en muestras ricas en manganeso, no obstante, los diagramas de puntos no manifiestan una ordenación suficiente y practicamente no

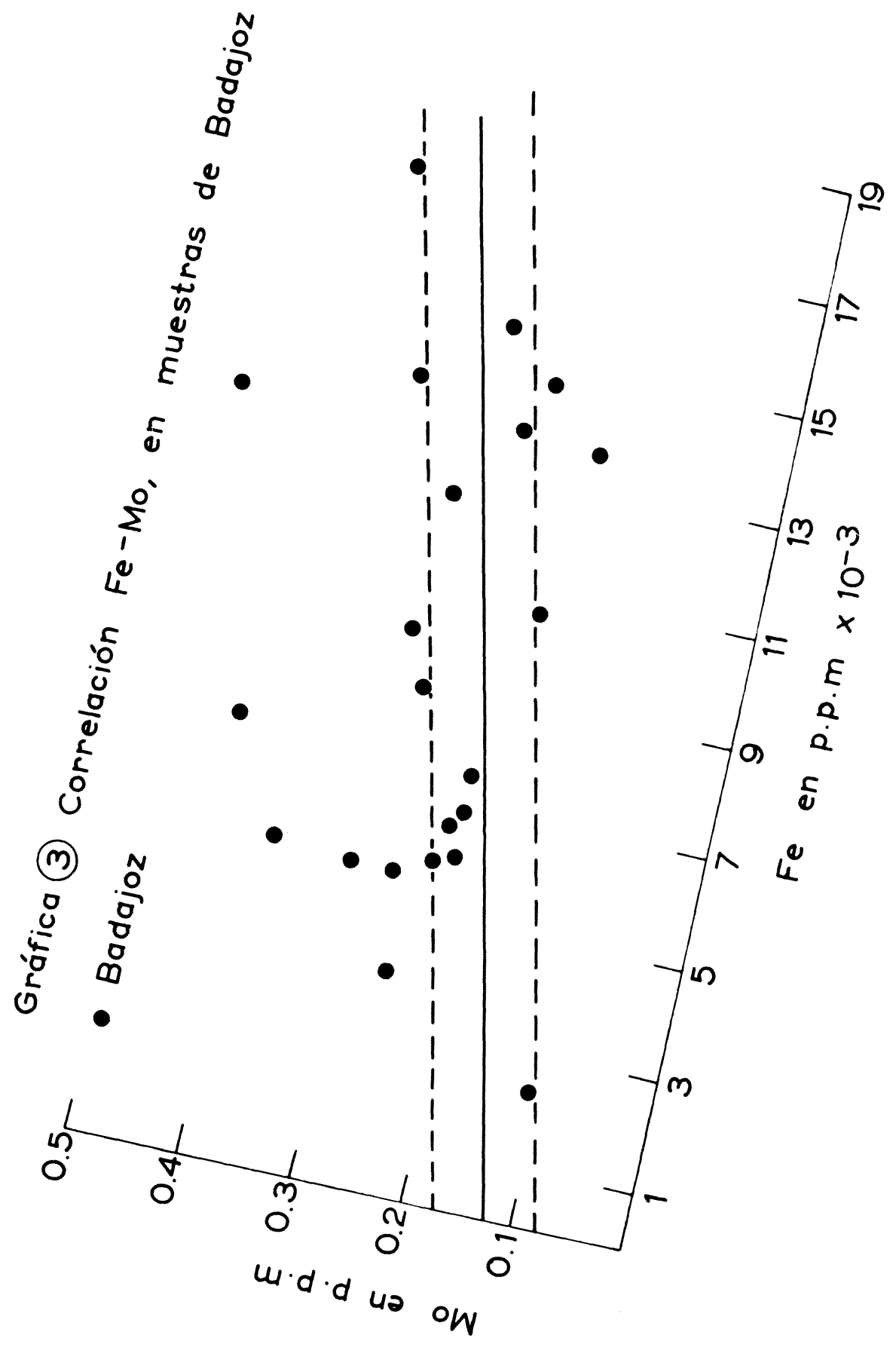
muestran correlación. La influencia de otros factores como hierro, arcilla o materia orgánica, presentes en suelos en mayor cantidad que los óxidos de manganeso, enmascaran el efecto que estos tienen sobre el molibdeno. Esta falta de correlación demuestra que en los procesos de inmovilización del molibdeno, los óxidos de manganeso influyen solamente cuando están presentes en gran cantidad.

Gráfica ① Correlación Fe-Mn, en muestras del Norte

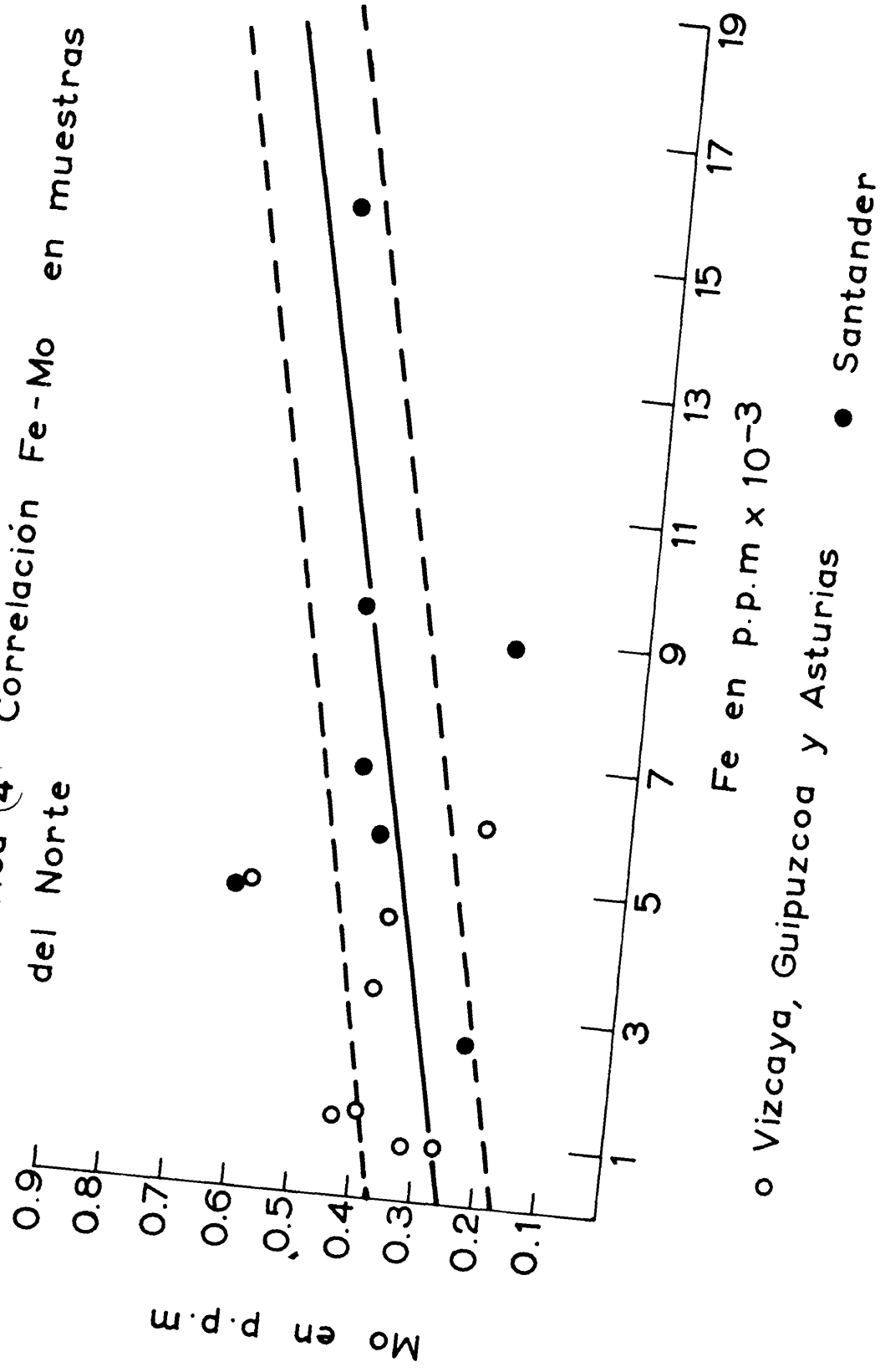


Gráfica ② Correlación Fe-Mn, en muestras de Badajoz

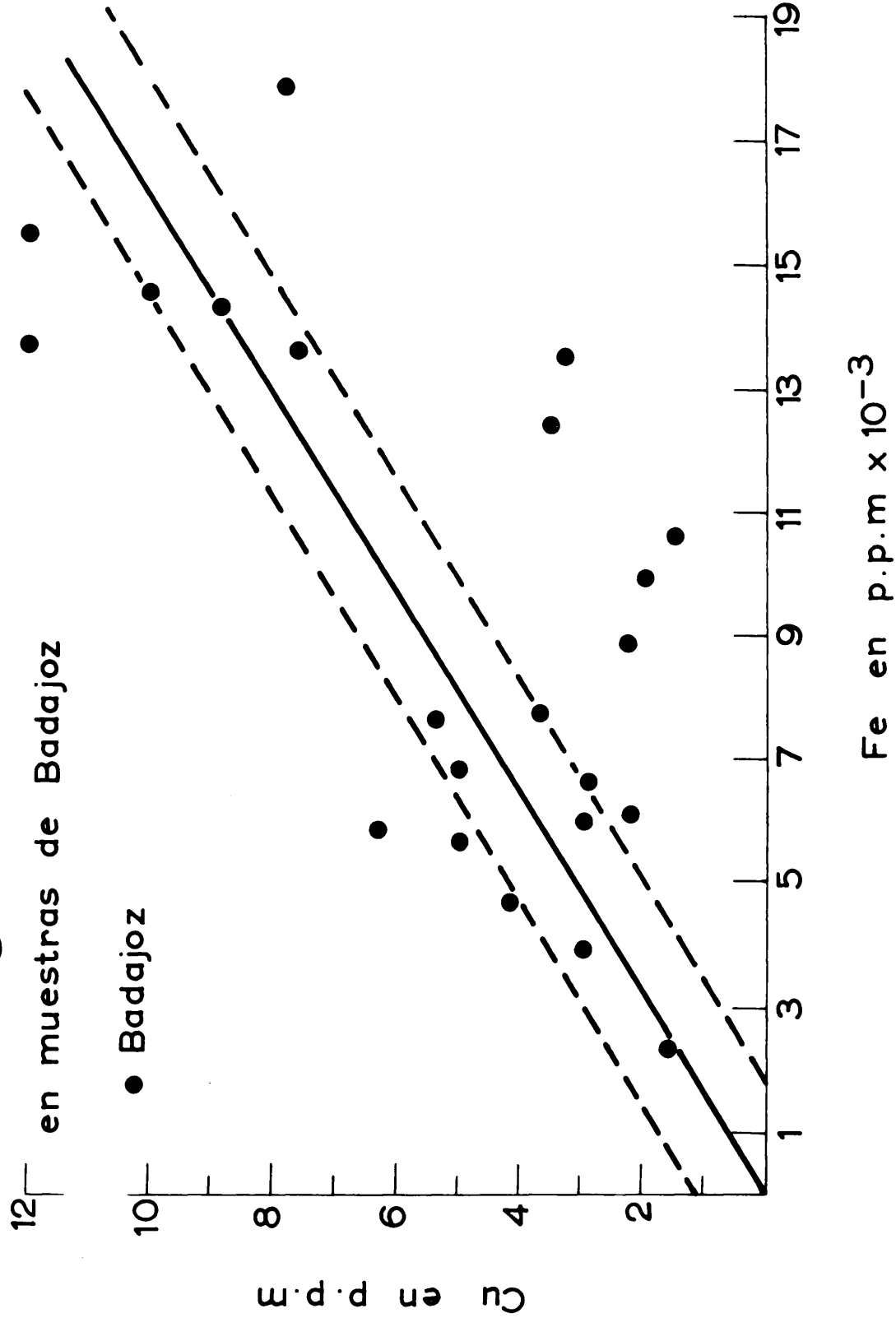




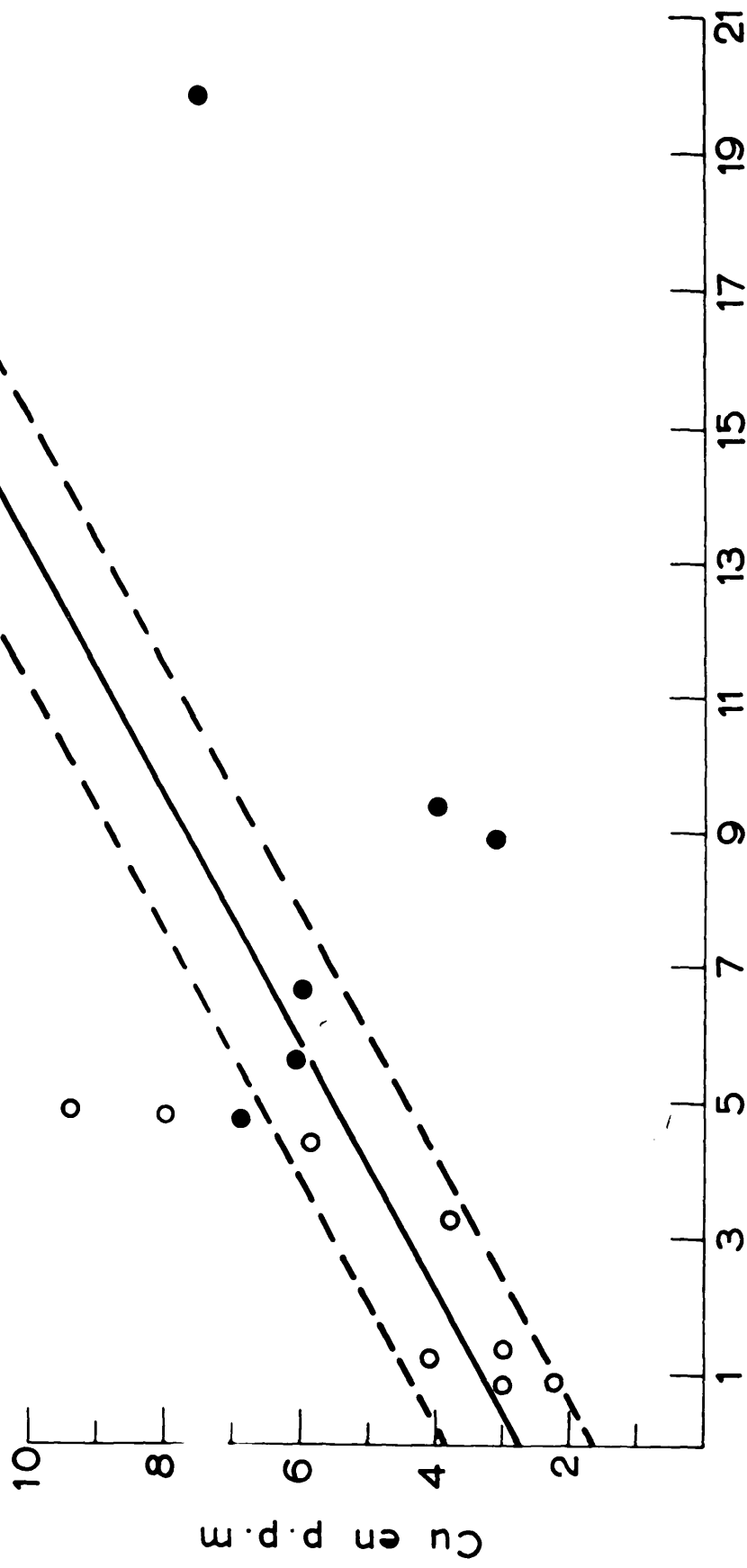
Gráfica (4) Correlación Fe-Mo en muestras del Norte



Gráfica ⑤ Correlación Fe-Cu
en muestras de Badajoz



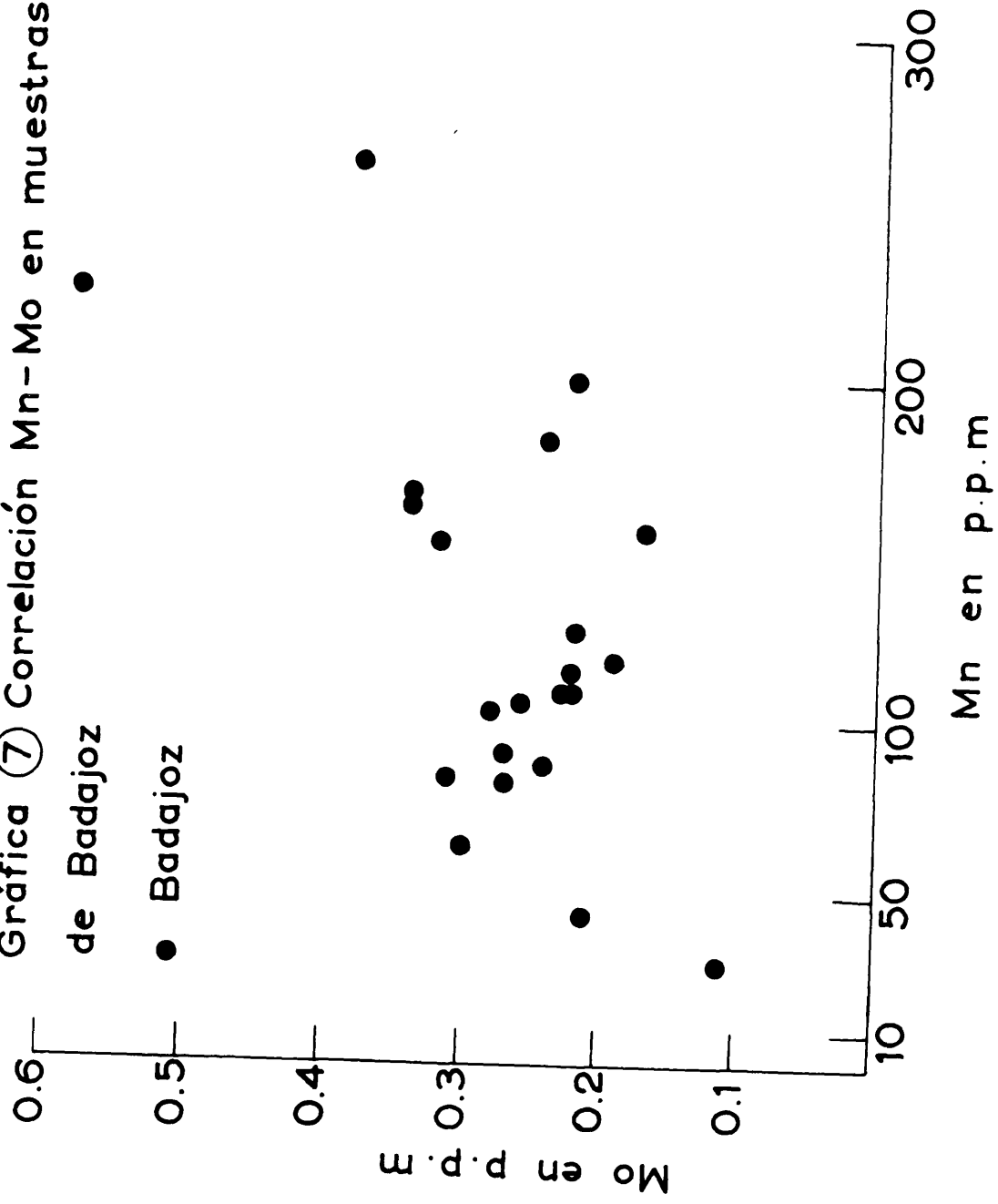
Gráfica ⑥ Correlación Fe-Cu,
en muestras del Norte



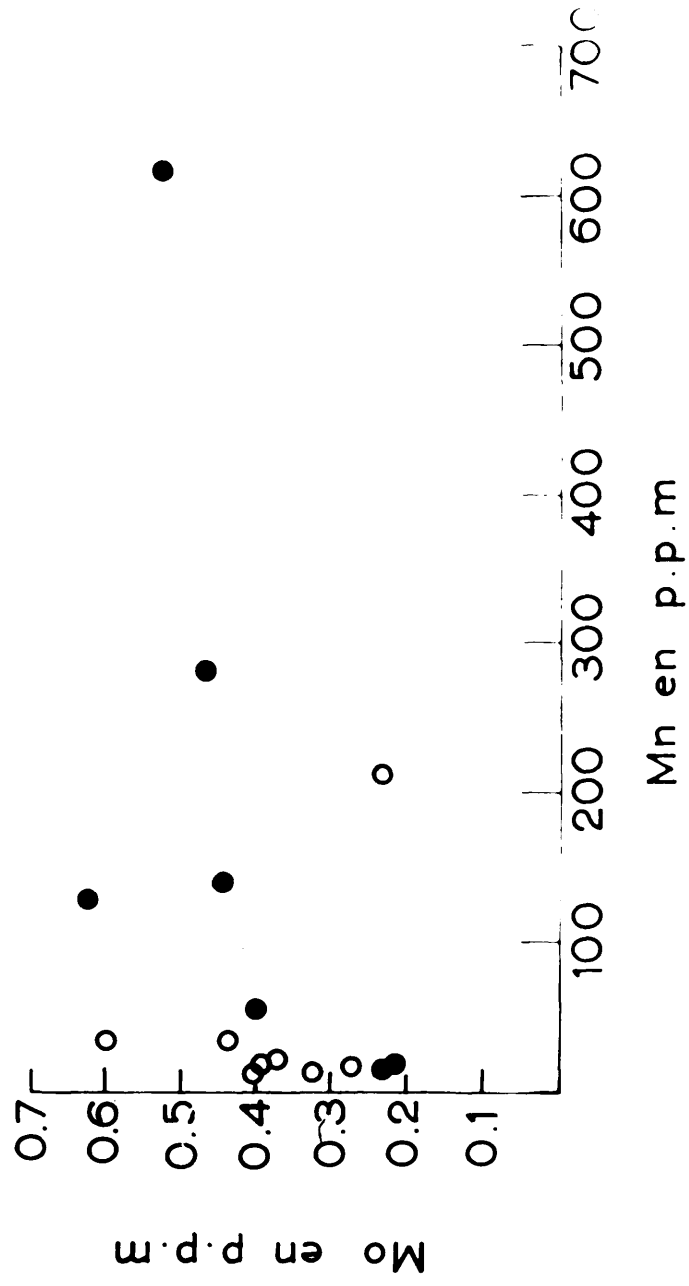
● Santander ○ Vizcaya, Guipuzcoa y Asturias

Gráfica ⑦ Correlación Mn-Mo en muestras de Badajoz

● Badajoz



Gráfica ⑧ Correlación Mn-Mo, en
muestras del Norte
○ Vizcaya, Guipuzcoa y Asturias ● Santander



6. CONCLUSIONES GENERALES

- 1.- Se ha determinado el contenido de manganeso, molibdeno, cobre y hierro en 147 muestras agrupadas en 42 perfiles pertenecientes 23 de ellas a la zona de D. Benito (Badajoz) y 19 a la zona norte (Guipúzcoa, Vizcaya, Santander y Asturias).

Intervalos encontrados en p.p.m.

	<u>D. Benito</u>	<u>Norte</u>
Mn	10 - 100 0	10 - 4000
Mo	0'07 - 0'85	0'01 - 2'40
Cu	0'1 - 21'5	0'1 - 81'0
Fe	173 - 36000	35 - 40000

En todas las muestras de suelos se ha hecho análisis mecánico, medida del pH, materia orgánica, carbonatos y capacidad de cambio de cationes con el fin de estudiar las relaciones posibles entre estas características de las muestras y su contenido en oligoelementos. En las rocas se han hecho determinaciones de sílice, aluminio, óxidos de hierro, de calcio, de titanio y de magnesio.

- 2.- Las muestras arcillosas acusan valores medios totales de manganeso, molibdeno, cobre y hierro superiores a las arenosas en cada una de las zonas consideradas. Esta superioridad se acentúa en el hierro y manganeso, lo que puede atribuirse no solo al efecto de retención que la arcilla ejerce sobre estos elementos en el suelo, si no también a la mayor proporción de materia orgánica en las muestras arenosas lo que condiciona un medio más adecuado para que el hierro y manganeso puedan pasar a formas más fácilmente lavables. Por otra parte la presencia de óxidos de hierro y manganeso facilita la fijación del molibdeno, efecto que se suma al de la arcilla y puede justificar la mayor proporción de este elemento en las muestras arcillosas.

Valores medios en p.p.m. (D. Benito)

	<u>Muestras arcillosas</u>	<u>Muestras arenosas</u>
Mn	153	100
Mo	0'31	0'22
Cu	6'8	3'0
Fe	12834	5800

Valores medios en p.p.m. (Norte)

	<u>Muestras Arcillosas</u>		<u>Muestras Arenosas</u>	
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
Mn	382	1528	160	23
Mo	1'13	0'64	0'36	0'41
Cu	9'4	42'5	4'4	4'6
Fe	16268	24467	7854	2065

1 - Muestras de Santander

2 - Muestras de Asturias, Guipúzcoa y Vizcaya

3.- El 62 por ciento de las muestras de D. Benito son suelos ligeramente ácidos, con un contenido en arcilla bajo y el de materia orgánica algo superior al de los suelos levemente alcalinos dentro de los cuales están el 14'5 por ciento de las muestras. Si se consideran los valores medios, los contenidos en oligoelementos son muy

semejantes, sin embargo el cobre ofrece un valor inferior en el grupo ácido aunque la diferencia sea pequeña; en cambio el hierro ofrece un valor medio más alto en el grupo de muestras con un pH entre 6'5 y 7'5.

De las muestras del norte el 83 por ciento quedan dentro del grupo ácido mientras que solo un 2 por ciento caen en el grupo de las alcalinas.

El contenido medio en arcilla es bastante superior en el grupo neutro, sin embargo la materia orgánica da valores más altos en el grupo ácido. En todos los suelos la materia orgánica por término medio es abundante.

Los valores medios de manganeso, molibdeno, cobre y hierro son más elevados en el grupo neutro que en el ácido.

Valores medios en p.p.m. (D. Benito)

	<u>Grupo Acido</u>	<u>Grupo Alcalino</u>
Mn	135	133
Mo	0'28	0'26
Cu	4'5	6'3
Fe	9947	8530

4.- En la zona norte, en el proceso de formación del suelo, el molibdeno, manganeso y hierro se han enriqueci-

La acumulación de molibdeno no es de extrañar en suelos de carácter ácido, sin embargo se acumulan notablemente en el suelo con respecto a la roca aunque el medio es ácido. Posiblemente estos elementos se encontraban en la roca original en forma de óxidos estables o se formaron en las primeras etapas de transformación, lógico en algunos casos de rocas básicas que en clima húmedo han dado lugar a suelos ácidos. Así mismo la influencia de la arcilla favorece esta acumulación.

Los valores de cobre son semejantes en suelos y rocas, es decir que el contenido de este elemento de los materiales disueltos o transportados y el de los que han permanecido formando el suelo actual, por término medio es el mismo.

Valores medios en p.p.m. (Norte)

	<u>Suelos</u>	<u>Rocas</u>
Mn	350	67
Mo	0'62	0'29
Cu	10'8	11'9
Fe	10532	5002

5.- Al comparar las dos zonas se observa que el molibdeno

cobre y manganeso se encuentran en mayor proporción en los suelos del Norte, mientras que el hierro presenta un valor semejante. Los valores medios en suelos de D. Benito son, manganeso 1224 p.p.m.; molibdeno 0'28 p.p.m.; cobre 5'3 p.p.m. y hierro 10083 p.p.m.

- 6.-En los distintos tipos de suelos estudiados se observan comportamientos peculiares de cada elemento. En suelos Ranker el molibdeno se halla en mayor proporción en el suelo que en la roca. En suelos ácidos este elemento se moviliza poco, ya que las formas ácidas son retenidas por los coloides activos del suelo. El cobre en medio ácido es fácilmente movilizable y emigra en el proceso de formación del suelo de lo que se puede esperar una menor proporción en el suelo que en la roca. Los contenidos de manganeso encontrados en suelos ranker son muy bajos. El hierro lo encontramos en mayor proporción en el suelo que en la roca.
- En tierras pardas el molibdeno se enriquece en el suelo, sobre todo en las capas superficiales. El contenido en cobre es más bajo en el suelo que en la roca en todos los perfiles, empobreciéndose en este elemento los horizontes de lavado. El manganeso en la mayor parte de las tierras pardas presenta contenidos bajos tanto en suelos como en rocas. Para el hierro encontramos

valores más bajos en el horizonte superficial que en los inmediatos. Hay algunos perfiles en los que se observa la formación de un horizonte de lavado en los que el hierro ha enriquecido parcialmente.

En los suelos podzólicos el molibdeno manifiesta un enriquecimiento en el proceso de formación del suelo. En estos suelos la distribución del molibdeno dentro del perfil no es paralela con la del hierro, no observándose una concentración más baja en el horizonte de lavado.

En suelos Rendzina, poco desarrollados, formados sobre roca caliza se presentan todas las condiciones favorables para el enriquecimiento de estos elementos en suelos, sobre todo en cobre cuyo lavado está casi completamente impedido.

En los suelos Terra fusca cuyo proceso de formación es fundamentalmente una descalcificación casi total y como consecuencia una acidificación, el grado de acidez va a regular el comportamiento de los oligoelementos.

El molibdeno en general se presenta en mayor proporción en suelos que en rocas. El cobre en los perfiles ligeramente alcalinos se enriquece en el suelo pero en los más acidificados presenta una menor cantidad. El manganeso y hierro al formarse el suelo quedan enriquecidos

ya que en la etapa alcalina su disolución y lavado están impedidos formándose óxidos superiores. En los perfiles estudiados encontramos que la proporción de estos elementos es mayor en el suelo especialmente en los horizontes arcillosos.

7.-Al estudiar la posible correlación entre los oligoelementos, observamos muchas veces que un aumento de hierro o manganeso en uno de los horizontes lleva paralelo un aumento de los otros oligoelementos.

El manganeso aumenta su contenido en los perfiles más ricos en hierro, aunque un 25 por ciento de los perfiles se separan de esta regla.

El molibdeno tiende a aumentar con el hierro, con un 29 por ciento de excepciones. De igual modo los valores de cobre aumentan al aumentar los de hierro excepto en el 30 por ciento de los casos. Entre manganeso y molibdeno no se manifiesta una ordenación suficiente como para establecer correlación. La influencia de otros factores como arcilla, materia orgánica y hierro presentes en el suelo en mayor proporción que los óxidos de manganeso, enmascara el efecto que estos tienen sobre el molibdeno. En procesos de inmovilización de molibdeno los óxidos de manganeso influyen solo cuando están presentes en gran cantidad.

BIBLIOGRAFIA

- (1) ARNON, D.J. y STONT, P.R. (1939).
"Molybdenum as an essential element for higher plants"
Plant Physiol 14:599.
- (2) HEWIT, E.J. y Mc GREADY, C.C. (1954).
"Relation of nitrogen supply to the molybdenum requirement of tomato grown in sand culture."
Nature 174:186
- (3) ARGAVALA, S.C. (1952).
"Relation of nitrogen supply to the molybdenum requirement of cauliflower grown in sand culture".
Nature 169-1099.
- (4) KEDREV-ZICHAMAN E.K. (1960).
Influence of microelements on plants in connection with
liming of acid Seddy-podzolic soils".
Seventh Congress International Society of Soil Science,
Madison-Wisconsin-Friday, 19 August.

(5) WALLACE, T. (1955).

"Some effects of deficiencies, excesses and interactions of oligoelements on crop plants".

Semaine d'etude sur le probleme des oligoelements dans la vie vegetale et animale. 105.

(6) BARSHAD, L(1951).

"Factor affecting the molybdenum content of pasture plant".- I

I. Soil Sci 71:297-313.

(7) LEWIS, A.H. (1943).-

"The tear pastures of somerset. III Reducing the tartness of pasture herbage"

J. Agric. Sci 33:58-63.

(8) KRETSHMER, A.E. BEARDSLEY, D.W.- (1956) /

"Molybdenum problem in the Florida Everglades Region".

Symp. inorg. Nitrogen Metab. Contr 125:474-491.

(Soil and Fertilizers 1956 (1127))

(9) FERGUSON, W.S. LEWIS, A. HAND WATSON, S.J. (1943)

"The tear pastures of somerset I. The cause and cure of tartness" , J.A. Agric. Sci, 33 :44-51.

(10) SOMMER, A.L. (1931)

"Copper as an essential for plant growth".

Plant Physiol 6:339-345

- (11) STILES, W. (1953).

"Los vestigios de los elementos en las plantas y en los animales. Editorial S.A.E.T.A. Madrid.

- (12) OBERKOWSKY, J. And THOMAS, H.E. (1933).

"Exanthema in pears and its relation to copper deficiency".

Science 78:315-316.

- (13) KRILIN, D. and MANN, T. (1940)

"Carbonic anhydrase. Purification and nature of the enzyme.

Biochem J. 34, 1163-76.

- (14) ALBAREDA Y HERRERA Y.M. (1952).

"Los oligoelementos en Geologia y Biologia.

Discourse Real Academia Nacional de Medicina. Madrid, pag. 25.

- (15) MULDER, E.G. (1955).

"Trace-element deficiencies in relation to soil conditions".

Semaine D'etude sur le probleme des oligoelements dans la vie vegetale et animale 216.

- (16) HART, E.B., STEENBOCK, H. WADDELL, J. and Elvehjen, C.A. (1928).

"Iron in nutrition. VII Copper as a supplement to iron

for hemoglobin building in therat"

Biol. Chem. 77:794-812.

- (17) SJOLLEMA, B. (1938).

"Krupfermangel als Ursache von Tierkrankheiten".

Biochem. Z. 103:272-376.

- (18) BECKER, R.B., NEAL, W.M. and SHEALY, A.L. (1931)

"Salt sick: its cause and prevention. Mineral Supplements for cattle".

Bull Pa Agric. Exp. Sta, no 231, 22 pp.

- (19) "The cause of chronic copper poisoning in sheep" Rural Res No 6, 16, 19.

Commonwealth Scientific and industrial Research Organization, Australia, 1953.

Soil and Fertilizers 1954 (485) .

- (20) HERTRAD, G. (1897) .

"2 Sur l'intervention du manganese dans les oxidations provoques par la lacase."

C.R.-Acad. Sci. Paris 124:1032-5, 1355-8.

- (21) HERTRAND, G. (1955) "e

"Origine de la notion D'oligoelements de la matiere vivante".

Semaine D'etude sur le probleme des oligoelements dans la vie vegetale et animales.

- (22) GERRITSEN, T.C. (1955).

"Manganese deficiency in Relation to soil conditions".
(Semaine D'etude sur le probleme des oligoelements dan
la ve vegetales et animales pag 105.)

- (23) LEWIS, A.H. (1939).

"Manganese deficiencies in crops I. Spraying pea crops
with solutions of manganese salts to eliminate mar-
spot".

Exp. J. Exp. Agric. 7:150-4 (C.A. 33,65129. (1939).

- (24) WILGUS, H.B., MORRIS, L.C. and HEUSER, F.G. (1939).

"The role of certain inorganic elements in the cause
and prevention of perosis".

Science, 84, 252-3.

- (25) CASKEY, C.D. And MORRIS, L.C. (1939).

"Relative effectiveness of ingested and injected mangane-
se in preventing perosis.

Proc. Soc. Exp. Biol. N.Y. 40: 590-3.

- (26) GRIS, E. (1843).

"De l'action des composés ferrugineux solubles appliques
a la vegetation et specialment au traitement de la chlo-
rose et de la debilité des plantes.

Compt. Rend. Acad. Sci., 17: 679-690.

- (27) **BIBLIOGRAPHY of the literature on the minor elements and their Relation to Plant and animal Nutritión".**
Published by the Chilean Nitrate Educational Bureau,
Inc. N.Y. 5.
- (28) **RODRIGUEZ, C. Y DIEZ ALTARES, M^a C. (1953).-**
"Clorosis dans les cultures de zones semi-arides. I
ce du sol et de lumière Colloque sur l'Ecologie Végé-
tale de la Zone Aride. Montpellier.
- (29) **CARPENA, O., GUILLEN, M.G. y SANCHEZ J.A. (1957).**
"La clorosis ferrica del limonero. I. Anal. Edaf.
XVI: 259-272.
- (30) **CARPENA, D., SANCHEZ., J.A. y GUILLEN, M.G. (1957).**
"La Clorosis ferrica del limonero".
Anal. Edaf. XVI, 273-292.
- (31) **SANTOS RUIZ, A. (1946).**
"Bioquímica de los elementos".
Monografías de Ciencia Moderna, num. 7.
- (32) **GONZALEZ, G., GARCIA, J. y FERNANDEZ, E. (1959).**
"A Lesion of the follicle and of the fibre of wood and
its possible relation with an excess of iron in the fo-
rage".
Nature, 184:559-61.

- (33) RANKANA, K. y SAHANA, Th. G. (1954)
 "Geoquímica".
 Ed. Aguilar. Madrid.
- (34) WAGER, LR. Y MITCHELL, R.L.
 "The distribution of trace elements during fractionation
 of basic magma a further study of the Shasgard intrusion,
 East Greenland.
 Macaully Institute for Soil Res. 50. Vol. III.
- (35) FERGUSON, J.B.
 "Molybdenum in rocks".
 Am. Jon. 37:399.
- (36). SANDELL, E.B. y GOLDICH, S.S.--
 "The rarer metallic constituents of some igneous rocks"
 Jon. Ge. 51:99-115.
- (37) WELLS, R.C.
 "Analyses of rocks and minerals".
 U.S. Dept. int. Bul 878. Estado en ()
- (38) MOULEN, H. ter y RAVENSWAAY, H. J. (1935).--
 "Molybdenum of leaves".--
 Proc. Roy. Acad. Sci 38:7-10
- (39) STANFIELD, K.E. (1953)
 "Determination of molybdenum in plant and soil.
 Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 7:273-274.

- (40) EVANS, H.J. y FURVIS, E.R. (1951).
 "Molybdenum Status of some New Jersey soils with respect to alfalfa production".
 Agrn. Jou. 43:70-71.
- (41) VINOGRADOV, A.P. y VINOGRADOVA, Db. G. (1948).
 "Molybdenum in soils of the U.S.S.R".
 Doklady Akad Nauk U.S.S.R. 62-657-59-
- (42) ROBINSON, W.O. y ALEXANDER, L.T. (1953)
 "Molybdenum content of soils".-
 Soil Sci 75:287-291.
- (43) FUJIMOTO, G.L. y SHEERMAN, G.D. (1951).
 Molybdenum content of typical soils and plants of the Hawaii Island".
 Agr. Jou. 43:424-429.
- (44) GIOVANNINI, E. (1953).
 "The molybdenum content of Italian soils".
 Stud Sassar I. Sect III 174-178 (Soil And Fertilizers 1954 (1024)).
- (45) HALEY, L.E., MELSTED, S.W.. (1957).
 "Preliminary Studies of molybdenum in Illinois soils"
 Soil. Sci. Soc. Amer.Prec. 21:316-319.

- (46) PALLOTTA U., VODRET, A. (1958).
 "Molybdenum in the soils of sardania".
 Agrochimia 2:258-278. Soil and Fertilizers 1958 (2049)
- (47) FIELDER, M. WELLS., N (1957)
 "Trace-elements & uptake by sweet vernal in relation
 to mineralogy and New Zealand genetic Soil Types".
 J. S. S. Food. Agric. 8Suppl. 44-50 (Soil and fertilizers
 1958 (2050)).
- (48) GILLEG0, R. JOLIN, T (1958)
 "Aportación a la Geoquímica del molibdeno. Introduc-
 ción y estudio de muestras tomadas en el Valle del Man-
 sanares".
 Anl. Edaf. y Fis. Veg. XVII: 341-359.
- (49) GILLEG0, R. y JOLIN, T. (1958)
 "Aportación a la Geoquímica del molibdeno, II en mues-
 tras de la zona central e la Península Ibérica".
 Analg Edaf. y Fis., Veg. XVII: 362-385.
- (50) GILLEG0, R. y JOLIN, T. (1958).
 "Aportación a la Geoquímica del molibdeno. III Estudio
 de muestras de la zona del norte de España".
 Anal. Edaf. y Fis. Veg. XVII:439-455.

- (51) GALLEG0, R. y JOLIN, T. (1958).

"Relaciones entre la composición de los suelos y su contenido en molibdeno.--An

Anl. Edaf. y Fis. Veg. 17:785-804.

- (52) JONES, L.H.P. (1956).--"

"Interaction of molybdenum and iron in soils".

Science 123:116 . Sch. Agric. Univ. Melbourne.

- (53) BATALIN, A. Kh. BOGDANOVA, A.S., POPOVA, A.A. (1957).

"The co-ten of boron cobalt, copper, molybdenum nickel, manganese and fluorine in several soils of the serechin region, Chkalov area".

Vestn Chkalov. Otd.vsesoyuz. Khim. Obshch Mendeleeva

7:7-9 [Soil and Fertilizers 1959. (1942)].

- (54) AMIN, y V. and JOUAN, H.E. (1958).

A molybdenum cycle in the soil".

Soil Science 85:156-160.

- (55) PEIVE, J.W. (1960).

"Trace element contents (B, Cu, Mn, Zn, Mo. and Co) In

The soils of the U.S.S.R. the effectiveness of trace-fertilizers--

Seventh Congress International Society of soil Science.

Madison-Wisconsin

(56) SCHLICHTING, E. (1955).

"The absorption and fixation of copper by humic acids".

Z. Pflernähr. Düng 69:134-137 (G).

(57) WEHRMANN, J. (1955).-

"Manganese, copper and cobalt in plants and soils of
pastureland in Schleswig-Holstein. Plant and Soil 6:61-83

(58) PACK, M.R. TOTH, S.J., BEAR, F.E. (1953).

"Copper Status of New Jersey Soils".

Soil. Sci. 75:433-441.

(59) RENTHER, W. SMITH, P.F. (1953)

"Effects of high copper content of sandy soil on growth
of citrus seedlings".

Soil. Sci. 75:219-224.

(60) JOHNSON, F.R. Graham, E.R. (1952)

"Trace elements and Missouri Soils. I. Copper and Co-
balt contents of twenty-Six Soil types".

Missouri Agric. Expt. Sta. Res. Bull. 517 pp 16.

(61) SEMB, G. DISHINGTON, J.W. ENDER, F. (1956).

"Preliminary investigations on the copper content of
soil samples from Jaeren".

Forakn. Foru, Landbr 7:185-203 (N.e.).

- (62) DROUINEAU, G., MOZOYER, R. (1956).

"Copper toxicity in soils".

VI Congr. Int. Sci. Sol. Rapp. D. 419-421.

- (63) GARTEL, W. (1958)

"Studies on the copper content of vineyards and vineyard soils".

Weinberg U. Keller 4:221-229. [Soil and Fertilizers 1958 (9¹)].

- (64) GYORI, D. (1958).

"The supply of trace elements in some soil types".

Agrochim. Talajt 7:97-110 (Budapest). [Soils and Fertilizers 1958 (2052)].

- (65) MOROZOV, I; RAVJESCU, N. (1957)

"The content of copper and its distribution in the profile of some soil types of the R.P.R.

Anal. Inst. Cerc. Agron. Roman 24:31-46 [Soil and Fertilizers 1958 (1920)].

- (66) COPPENET, M. (1957)

"Copper deficiencies on granite soils in Brittany".

Rev. Pathol, gen et Physiol, clin. 57-821-28. [Soil and Fertilizers (1958 (1976))].

- (67) WAHHAB, A. and BHATTI H.M. (1958),
 "Trace element Status of some west Pakistan Soils"
 Soils Science 86:319-323.
- (68) LUCAS, R.E. (1948).
 "Chemical and physical behavior of copper in organic
 soils".
 Soil. Sci. 66:119-129.
- (69) BOISCHOT, P. et. QUILLON P. (1952).
 "Fixation du cuivre dans les sols calcaires".
 Ann. Agron. 3:359-363.
- (70) HASLER, A. (1950).
 "The behaviour of copper in soils".
 Congr. Soil Sci 249-250.
- (71) KANWAR, J.S. (1954).--
 "Influence of organic matter on copper fixation in S
 Soil".
 J. Indian. Soc. Soil.Sci. 2:73-80. Agric. [Soil and Fer-
 tilizers 1955 (1021)].
- (72) SCHLICHTING, A. (1955).
 "Immobilization and fixation of copper by humic ma
 Acta Agric. Scand. 5:313-356. Soil and Fertilizers
 1956 (1127).

(73) WEI, L.S. (1959)

"The Chemistry of soil copper".

Disc. Abstr. 19-2712. Soils and Fertilizers 1959(2587).

(74) MULLER, J. (1959).

"The Behaviour of copper in soils poor in organic matter".

Bull. Ass. franç. et. Sol 6:295-299.

(75) ANTIPOV-KARATAEV, J.N. (1947).

"Mobility of copper in soils".

Pochovovedenie Soils and Fertilizers 1948 (1420).

(76) SWAINE, D. J. (1955).

"The trace-element content of soils".

Commonwealth Bureau of soil Science technical communication, No 48.

(77) WAGER, L R and MITCHEL, R.L. "

The distribution of trace elements during Strong fractionation of basic magma a further study of the Sker-
gaard intrusion,

East Greenland Gneiss et Comochan. Acta 1951, 1:129-208.

(78) HUGET del VILLAR, E. (1938)

"Los suelos de la Peninsula Iuso-Ibérica."

Thomas Murby and Co. London.

- (79) ALBAREDA HERRERA, J.M. BURRIEL MARTI, P. y MUÑOZ TABOADELA, M. (1948).

"Manganeso total en relación con el color de tierras negras andaluzas.

An. Edaf. Fisiol. Veg. 7:440-488.

- (80) UGARTE LAISECA, E. (1949).-

"Fitoquímica Forestal".

Inst. Forestal de Invest. y Exp. Nº 44. Madrid.

- (81) MORALES CHEFE, E. (1951)

"Análisis de suelos forestales españoles".

Inst. Invest. y Exp. nº 55 Madrid.

- (82) HESLEP, J.M. (1951).

"A study of the infertility of two acid soils".

Soil. Sci. 72:67-80

- (83) GILES, J.B. (1959).

"Trace elements content of some Queensland surface soils".

C.S.I.R.C (Australia) Div. Soils. Divl. Rep. 1 59:pp 22.

- (84) GALLEGO, R. y BUENO, C. (1959).

"Contenido y distribución de manganeso en suelos del centro y norte de España".

An. Edaf. y Fisiol. Veg. XVIII:347-88.

- (85) GALLEGO, R. y BUENO, C. (1959).

"Estudio comparativo del contenido en manganeso de Rocas, arenas y materiales arcillosos".

An. Edaf. y Fisiol. Veg. 17:463-471.

- (86) GALLEGO, R. y BUENO C. (1959).

"Formas del manganeso en los suelos".

Rev. Las Ciencias N° 2 año XXIV. Madrid.

- (87) HOLF, D. J. and MEDERSKI, H.J. (1958).-

"The Chemical estimation of plant available soil manganese".

Soil. Sci. Proc. Of America pag. 129.

- (88) JONES, L.H.P. (1957).

"The relative content of manganese in plants".

Plant and Soil 8:328-336.

- (89) GREGORIO ROCASOLANO, A. de (1933)

"Apertación bioquímica al problema agrícola del nitrógeno".

Ganbon, Zaragoza 1933.

- (90) WALLACE, T. (1947-48).

"Soil conditions and mineral deficiencies of plants, with Special reference to deficiencies of the trace elements iron, manganese boron, zinc copper and molybdenum.

C.R. Conf. Pedol Mediterr. (248-266). Long. Ashton.
Res. Sta. Bristol.

(91) COPPENET, M. HELIAS, M. (1956)

"The iron and manganese contents of some characteristic profiles in Finistere".

Bull. Ass. Frans. Et. Soil. n° 76:476-483.

(92) BABA, A. YAMAMOTO (1957).

"Leaching of iron in paddy soil".

Bull. Fac. Agric. Niigata Univ. n° 9 -51-56.

(93) GALLEGO R. y LABORDA. E. (1959)

"Estudios sobre distribución del hierro en suelos y su relación con otros factores.

An. Edaf. y Fisiol. Veg. XVII:547-582.

(94) BETHENNEUX, R. (1951).

"Etude experimentales de l'evolution du fer et du manganese dans les sols.-

Ann. Agron. 3 mai-juin.

(95) BLOOMFIELD, C. (1953)

"A Study of Pedsolisation. I. The mobilization of iron and Aluminium by Scots Pine Needles".

J. Soil. Sci. 4:5-16.

- (96) BAZU, U P and CHANDHURY, S.C. (1938).
The Ferrous iron contents of Indian".
Indian J. Agr. Sci. 18:131-133.
- (97).GALLEGO, R. y JOLIN, T. (1958)
"Sobre la determinación del molibdeno en suelos y
rocas."
Ana. Edaf. y Fisiol. Veg. XVII-298.
- (98) GASPAR, G. y GALLEGO, R. (1953).
"Contribución al estudio de la composición mineral de
algunos ferrajes de Galicia".
Anal. Edaf. y Fisiol. Veg. 12-769
- (99) CHENG, K. and BRAY, R.U. (1953).
Two Specific Methods of Determining copper in Soil
and in Plant Material.
Anal. Chem. 25: 655-59.
- (100)SCHOLLENBERGER, C.J. (1945).
Determination of soil organic matter.
Soil. Sci. 59:53-57.
- (101)MEHLICH, A. (1948).
Determination of cation and anion exchange properties
of soils.
Soil. Sci. 66, 429.

- (102) **GRACCONI, S. y POISELLO, A. (1955).**
Metodi rapidi per la determinazione della capacità
di scambio cationico del terreno.
Annal. Sperim. Agr. n. s. IX, 1-6.
- (103) **JAKOB, J. - Guia para el análisis químico de rocas.**
Gráficas Barragán. Madrid, 1944.
- (104) **MEDINA, A. and D.J.D. NICHOLAS (1957).**
Metallo-enzymes in the reduction of nitrite to ammo-
nia in neurospora.
Biochim. Biophys. Acta 25 (138-41).
- (105) **DUVAL, G.**
Inorganic Thermogravimetric Analysis.
Elsevier Publishing Company
London 1953 pag. 190
- (106) **SKENBJERG, F. and BOKEN, S (1950).**
Copper content and deficiency in Danish soil types.
Plant and Soil, 2: 195-221.
- (106) **LUNDHED, K. SVANBERG, O. and EKMAN (1949).**
The availability and fixation of copper in Swedish
Soils.
Plant and Soil 1, 277-302.

- (108) VERMAAT, J.B. and BLE, G.J. (1950).

On the occurrence of copper in the tropical Soils.
Plant and Soil, 2: 257-281.

- (109) MITCHELL, R.L.

Trace elements.

Chemistry of the soil. 253-281.

- (110) HOLMES, R.S. (1943)

Cu and Zn contents of certain United States Soils.
Soil. Sci. 56, 359-370.